




Istituto di Geochimica

SULL'ORIGINE

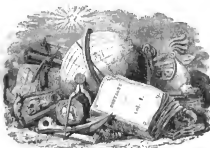
DELLE

MONTAGNE E DEI VULCANI

STUDIO SPERIMENTALE

DI

PÀOLO GORINI



LODI

TIPOGRAFIA DI C. WILMANT E FIGLI

1851

A

GIOVANNI GORINI,

TESORO INESAURÌBILE DI TENEREZZA PATERNA,

ÌDOLO E FELICITÀ DELLA MIA INFANZIA;

E AD

ALBERTO GABBA,

SPECCHIO VIVENTE D'OGNI PIÙ ELETTA VIRTÙ,

AMICO IMPAREGGIÀBILE

CHE,

CONTINUÀNDOMI LE CURE DEL PADRE PERDUTO,

MI RESE SOPPORTÀBILE UN DOLORE

CUI VENTICINQUE ANNI DI TEMPO NON VÀLSERO A MITIGARE:

QUESTO MIO STUDIO SULLE MONTAGNE,

QUAL PEGNO

D'INESTINGUÌBILE AFFETTO

E DI RICONOSCENZA NON PERITURA,

OFFRO E CONSACRO

ÌNDICE

delle materie contenute in questo volume.

NOZIONI PRELIMINARI

CAPO SECONDO

PLUTONIO A SUPERFICIE COPERTA

SEZIONE SECONDA

CAPO PRIMO

PLUTONISMO DE' LÌQUIDI ORGÀNICI

CAPO SECONDO

CENNI DI FISIOLOGÌA PLUTÒNICA



INDICE

delle Note contenute in questo volume.



ELENCO

delle òpere e dei giornali citati

in questo volume.

1. BERGHAUS. *Allgemeine Länder-und Völcher Kunde, etc.* . Stuttgart . . 1837
2. BEUDANT. *Geologia. Traduzione del dott. Giustino Arpesani* Milano . . . 1846
3. *Bibliothèque Universelle de Genève* . . . . Genève . . . . .
4. BRONN. *Geschichte der Natur* . . . . Stuttgart . . 1834
5. BROUSSAIS. *Traité de physiologie appliquée à la pathologie.* 2.me édition . . . . Paris 1834
6. BOUTIGNY (d'Evreux). *Études sur les corps à l'état sphéroïdal.* 2.me édition . . . . Paris 1847
7. BUFALINI. *Fondamenti di patologia analitica* . . . . . Milano . . . 1833
8. BURDACH. *Traité de physiologie considerée comme science d'observation, traduit de l'allemand, sur la 2.me édition, par H. I. L. Jourdan, membre de l'Académie Royale de Médecine* (soltanto i due primi volumi) Paris 1837
9. CATTANEO CARLO. *Alcuni scritti* . . . . Milano . . . 1846
10. *Comptes Rendus des séances de l'Institut* . . . . . . Paris . . . .
11. DE JUSSIEU (Adrien). *Botanique* . . . . Paris . . . .
12. D'OMALIUS D'HALLHOY. *Éléments de géologie* . . . . . Paris 1831
13. DUBOIS (d'Amiens). *Examen des doctrines de Cabanis, Gall et Broussais* . . . . Paris . . . . 1842.
14. DUMAS. *Traité de Chimie appliquée aux arts* . . . . . Paris . . . .
15. DUGÈS. *Traité de physiologie comparée de l'homme et des animaux* . . . . Montpellier . 1838
16. DUVERNOY. *Leçons sur l'Histoire naturelle des corps organisés, professées au collège de France. Deuxième fascicule* . . . . Paris 1842

17. Giacomini. *Il vitalismo* . . . . Pàdova . . . 1848
18. *Journal des Débats politiques et littéraires* . . . . . Paris . . . .
19. Holland. *The phylosophy of the moving powers of the blood* London . . . 1844
20. Humboldt. *Cosmos, traduit par A. Faye* (soltanto il primo volume) . . . . Milan 1846
21. Leonhard. *Geologie oder Naturgeschichte der Erde* . . Stuttgart . . 1836
22. Magendie. *Phénomènes physiques de la vie* . . . . . Paris 1842
23. —— *Précis élémentaire de physiologie* . . . . . Bruxelles. . 1838
24. Muller. *Manuel de physiologie, traduit de l'allemand par H. I. L. Jourdan, membre de l'Académie Royale de Médecine* (soltanto il primo volume) . . . . Paris 1845
25. Pelouze et Fremy. *Cours de chimie générale* . . . . . Paris 1848
26. Richard. *Nouveaux éléments de botanique et de physiologie végétale.* 6.me *édition* . . . . Bruxelles . . 1833
27. *Scritti letterarj d'un italiano vivente* . . . . Lugano . . . 1847
28. Teste (Alphonse) *Manuel pratique de magnetisme animal.* Bruxelles . . 1850
29. Thénard. *Traité de chimie élémentaire théorique et pratique.* 6.me *édition* . . . . Paris 1834
30. Tommasini. *Lezioni critiche di fisiologia e patologia* . . Bologna . . 1833



PREFAZIONE

Il presente volume contiene l'anàlisi d'un solo fenòmeno e l'esposizione d'una piccola parte delle conseguenze che da esso derivano. Un'altra piccola parte delle stesse è riserbata pel secondo volume il quale tratterà dell'*origine dei vulcani:* molto rimarrà da cògliere a quegli studiosi che vorranno continuare questo lavoro, ed occuparsi dello stesso argomento.

Il fenòmeno è nuovo: esso consiste nella lenta e regolare produzione di prominenze durante la consolidazione di lìquidi associati a qualche gas. Tutte le conseguenze che ne derivano presèntano anch'esse qualche impronta di novità: alcune anzi sono in tale opposizione colle opinioni comunemente adottate da sembrare piuttosto paradossi che verità, piuttosto stravaganze che vera scienza. Io le espongo quali si presentàrono a me che non andava cercàndole, e le offro corredate di tutte quelle prove che

forzàrono la mia mente ad accettarle per vere. Avverso come sono ad ogni innovazione scientìfica non necessaria, confido che quelle prove le quali bastàrono per me varranno a trasfòndere in altri la mia convinzione. Devo però avvertire che le diverse proposizioni avanzate in questo libro non sono, a guisa di quelle appartenenti alle matemàtiche, suscettìbili di una dimostrazione diretta e rigorosa. Per le proposizioni appartenenti alle scienze naturali le prove fondamentali sono sempre desunte dai fatti i quali, quando di natura diversi e fra loro indipendenti, concòrrono in moltitùdine a provare la stessa cosa, questa si suol ritenere abbastanza ben dimostrata, sebbene ciascuno di essi preso isolatamente non valga a fornìrcene che una prova insufficiente.

Avviene pertanto che i diversi artìcoli contenuti in questo volume si sèrvono reciprocamente di necessario sostegno, e che non è possìbile la perfetta intelligenza d'uno qualunque di essi, senza aver letto ed inteso tutto ciò che precede, e molta parte ben anche di ciò che vien dopo. Tutte le proposizioni sono fra loro strettamente concatenate, uno solo è il principio da cui tràggono insieme l'orìgine, una sola è la conseguenza finale a cui tutte condùcono.

L'importanza del libro è tutta riposta nella verità di una tal conseguenza. Purchè rèstino inconcussi tanti fatti che bàstino a comprovarla, poco importerà se anche qualcuno di quelli a cui io credo di poterla appoggiare fosse trovato insussistente: e le critiche lanciate contro una parte qualunque del libro, presa isolatamente, per quanto siano condotte con finezza e maestria non potranno mai raggiùngere fuorchè un'importanza scientifica affatto secondaria. Parlando così francamente dell'opera mia faccio allusione alla sostanza ed astrazione dalla forma: per quella reclamo un giudizio severo e ponderato, per questa invece sento il bisogno di calcolare largamente sull'indulgenza de' miei lettori. Estraneo ad ogni studio letterario, molta fatica durài non già a cercare modi eleganti e fiori di lingua, ma soltanto a vestire di forme intelligìbili i miei concetti.

Dalla fatica di chi scrive scaturisce di sòlito una sorgente di tedio per quelli che lèggono; epperò se in tal persuasione ho persistito a còmpiere l'ingratissimo lavoro non saprèi darne altra ragione fuorchè la seguente.

Gli studiosi delle scienze naturali s'innamòrano della verità, e le tribùtano una specie di culto: dovunque v'è un errore da combàttere o un pregiudizio da colpire accòrrono premurosi, impègnansi in

lotte ardite, sòffrono senza lagnarsi, triònfano senza menar vanto: si direbbe che sono guidati da una specie d'istinto, o trascinati da una prepotente passione. Me pure ànima questo ardente amore della verità, e fu per rèndere omaggio ad essa che credèi lo scrivere un dovere pòsitivo a fronte del quale ogni altro riguardo dovesse tacere. Tosto che mi persuasi di possedere una verità sentii il bisogno che fosse divulgata: conoscendo la mia insufficienza avrèi voluto cèderne ad altri l'incàrico; ma tornati infruttuosi i tentativi ch'io feci a questo scopo, mi posi all'òpera io stesso.

Forse molti vi saranno i quali non vedendo in che possa all'uomo giovare il conòscere come siansi le montagne formate, troveranno che l'argomento non valeva la pena d'alcun sagrificio.

A questi io dirò che il principio ch'io mi proposi di sviluppare non mi condusse soltanto a potere investigare il nascimento delle montagne, ma gittò viva luce sovra quasi tutti i fenòmeni della geologia, cosicchè può èssere meritamente considerato come il fondamento della *geologia sperimentale,* scienza affatto nuova, non sperata da alcuno, da molti giudicata impossìbile. Inoltre trovài nello stesso il mezzo di poter molto avanti internarmi nei misteri della vita, fenòmeno del quale forse altro non v'è che

più davvicino mèriti di interessare l' intelligenza dell'uomo: potèi fornire della vita una definizione chiara e precisa: mostrài partècipi della stessa una numerosa serie di èsseri a cui finora era negata, e svolsi dalla *fisiologìa minerale* il filo che mi dovèa condurre alla spiegazione di varj interessanti ed oscuri fenòmeni della fisiologìa vegetàbile ed animale. Però se anche il mio lavoro si fosse limitato soltanto a rèndere ragione della formazione delle montagne non mi sarèi creduto autorizzato a sopprimerne la pubblicazione adducendo a pretesto la sua poca utilità. Le verità naturali sono sempre ùtili a sapersi, qualunque sia la materia che ne forma il soggetto: esse si fecòndano e si moltìplicano col loro contatto, e qualche volta dalle verità in apparenza le più insignificanti vìdersi uscire conseguenze inaspettate e di un' importanza suprema non solo nella sfera delle contemplazioni intellettuali, ma ben anche in quella dei sociali interessi.

Le storie ci tramandàrono la notizia di esèrciti salvati o distrutti, di nazioni che prosperàrono o che decàddero soltanto perchè in un caso avèvasi cognizione di qualche fenòmeno naturale che nell'altro caso ignoràvasi. Chi non conosce, per esempio, il fatto dell' èclisse che perdette nelle acque di Siracusa la flotta ateniese capitanata da Nicia? La

distruzione di quella flotta rovinò la potenza ateniese, e preparò da lontano le càuse che fècero precipitare la generosa Grecia all'estremo della civile miseria (*). Nè ad evitare quel grande rovescio era necessario che qualche cognizione astronòmica sulla natura delle eclissi avesse potuto divulgarsi nella massa dei soldati, ma sarebbe bastato che simili cognizioni fòssero state famigliari alla maggior parte dei capi. È un fatto non mai fino ad ora smentitosi che le moltitùdini si muòvono sempre come vògliono i pochi che le condùcono, e sono animate soltanto dallo spirito di quelli che in esse trasfòndesi. La costante riproduzione d'un simil fatto accusa la lentezza dei progressi dello spirito umano, e fa sentire più vivo il bisogno che anche sulle classi infime della società possa discèndere qualche raggio d'istruzione a rialzarle, ond'esse che fòrmano la molla più robusta del movimento sociale cèssino d'èssere uno stromento ceco e passivo nelle mani dei pochi privilegiati; però non si deve tacere che questo fatto mèdesimo è una delle mille forme sotto le quali rèndesi palese l'ammiràbile istinto della solidarietà di tutti gli individui dell'umana famiglia: i sentimenti che i capi sanno svegliar nelle masse sono da queste adottati

(*) V. Carlo Cattaneo. *Alcuni scritti.* T. II, pag. 32. *Frammenti di Storia Universale* — Evo antico —.

con trasporto e passione; in tutti gli individui vèstono colore uniforme, e crèscono d'intensità quanto più oscura per essi n'è l'origine e la ragione. Egli è a questo modo che quando una nuova idèa è penetrata nella mente dei pochi che pènsano, finisce collo scuòtere i molti che non la intèndono, prende in essi corpo e potenza, e diventa, nel suo moto discendente, valanga irresistibile a cui tutto cede.

A persuadere la verità dell'esposte cose ricorderò un memoràbile fatto meritèvole di trovare chi lo descriva con tali parole da restar per sempre scolpito nella mente di tutti.

Quando il divino Galilèo divulgò la scoperta Copernicana del moto della terra, tutti i pregiudizj accumulati dal lasso de' sècoli nelle umane generazioni sentìronsi percossi nel punto più vulneràbile e più vitale. Pure la gran massa degli uòmini, meravigliata che tale scoperta potesse destar romore e meritare persecuzioni, non cessava dal ripètere: Qual vantaggio porterà a noi il sapere se la terra gira o non gira?

Ora che dopo tre sècoli la quistione è giudicata, e che siamo in grado di considerarla non solo in sè stessa, ma ben anche nelle conseguenze che essa produsse, non abbiamo che a prèndere queste in breve esame onde riconòscere quanto v'era di

stoltezza in quelle sconsiderate espressioni colle quali si voleva rilegare la grande scoperta nel nùmero delle cognizioni superflue, ozioso ornamento dello spìrito e nulla più.

Invece è indubitàbile che gli attuali progressi dell'umana civiltà pòsero più d'una radice in quella memoràbile scoperta. La civiltà antica, sviluppàtasi sul pregiudizio d'un'esagerata dignità dell'uomo, posava sopra un falso principio: il mondo vedèvasi attraverso a un prisma ingannatore: nessuna verità poteva penetrare nella mente dell'uomo senza vestirsi di qualche tinta fallace.

La terra creduta immòbile nel centro dell'universo era innalzata al rango di figlia prediletta del cielo: credèvasi che innanzi a lei dovèssero inclinarsi tutte le meraviglie del firmamento; le stelle che la ravvolgèvano in uno splèndido velo, circolando senza posa a lei d'intorno, non sembràvano d'altro occuparsi che di rènderle un perpetuo tributo d'omaggio. Epperò che cosa avrebbe mai dovuto trattener l'uomo, il fortunato dominator della terra, dall'ingigantire le sue pretensioni fino ad ammirarsi da sè medèsimo, e a crèdersi un semidìo?

Siffatte idèe di smisurata grandezza armonizzàvano troppo colla sua naturale ambizione, perchè egli non si affrettasse di accòglierle se anche tante

fallaci apparenze non lo avèssero confermato nell'illusione. Fidando nella testimonianza de' proprj sensi egli abbandonàvasi senza ritegno al lusinghèvole inganno, e compiacèvasi nella credenza che tutto l'universo fosse fatto a servigio della sua terra nativa, e che la terra non fosse fatta che a servigio di lui.

Per tal modo questo sciame d'èsseri effimeri apriva un istante gli occhi alla vita, e stendeva la sua cupidigia di dominazione sovra tutto ciò che dal suo invisìbile nido gli era possìbile di vedere.

In mezzo a tanto delirio molto è se gli uòmini non vòllero riserbare a sè soli il privilegio dell'intelligenza, e acconsentìrono che anche gli dei potèssero parteciparne.

A quali stravaganze doveva èssere condotta una società che riponeva in tal principio la pietra angolare di tutto l'edificio sociale assài difficile sarebbe il conòscere se le storie, le tradizioni e antichi pregiudizj non per anco sradicati non ce ne avèssero conservata la trista memoria.

Fùrono le nazioni più intelligenti ed attive quelle che sèppero trarre dal falso principio le più ardite applicazioni, e pòrgere il più ampio sviluppo alle sue naturali conseguenze; ma i frutti partecipàrono del sapor della pianta; ed è perciò che in

tutti i tempi fùronvi gravissimi pensatori i quali si lagnàrono perchè il guasto morale e la corruzione degli ànimi parèvano andar di pari passo col progresso dell'incivilimento.

È da collocarsi tra le più immediate conseguenze di quell'insano principio la stolta credenza che sì lungamente prevalse negli uòmini, di frequenti e assurdi rapporti fra loro e le divinità. Si ammise seriamente che agli uòmini fosse stato possìbile il tentar la scalata del cielo: s'inviàrono frequentemente gli dei sulla terra, ora per loro diporto, ora per qualche loro interesse, ora come in paese d'esiglio in punizione di qualche misfatto: nè mancàrono gli dei amici degli uòmini che spesso con loro disagio, e solo per servigio di questi, intraprendèssero sulla terra con spoglie mentite avventurosi pellegrinaggi. I miràcoli èrano così comuni da parer quasi un prodigio se un avvenimento qualunque si fosse compiuto senza l'intervento di qualche dio, seguendo le sèmplici norme delle leggi naturali.

Le scienze non andàrono immuni dalla funesta influenza. L'*astrologìa giudiziaria* cercava di lèggere nelle stelle i destini che preparàvansi all'uomo: la *negromanzìa* evocava gli spìriti: la *magìa* produceva le più singolari metamòrfosi: l'*alchimia* pretendeva tramutar gli elementi, e preparar beveraggi

che ridonàssero la gioventù, o rendèssero immortale la vita.

Il senso morale era anch'esso traviato: tutto ciò che il successo coronava, ritenèvasi bene; alla riuscita dell'impresa avèvano concorso gli dei; èrano essi che avèvano parlato, che avevan deciso. La dominazione consideràvasi come il segno d'un maggiore avvicinamento alla natura divina; quindi una smisurata sete di comando, quindi la santificazione delle usurpazioni e delle conquiste: quindi gli uòmini l'uno dirimpetto all'altro in guerra perpetua, e la desolazione delle moltitùdini a soddisfare il capriccio dei pochi.

L'umana nequizia all'ombra di leggi che la proteggèvano toccava il suo punto culminante, quando una voce divina uscita da un àngolo remoto della terra, proclamando tutti gli uòmini *fratelli,* bandiva ad essi una legge d'amore. Il cuore dell'uomo non era chiuso alla verità quantunque l'intelletto fosse offuscato dall'errore. Quella mite parola, passando di bocca in bocca, scosse l'universo ed esercitò un prestigio irresistibile su tutti i cuori. I grandi della terra avrèbbero voluto soffocarla al suo nàscere, ma la virtù di quella parola fu più potente di loro, e li soverchiò. Le fallite persecuzioni hanno provato ancora una volta che le verità non si pòssono spègnere

col sangue; chè anzi egli è dal sangue dei màrtiri ch'esse spiccano il volo vérso il loro completo trionfo.

Il sèmplice àlito della nuova credenza distrusse la schiavitù, rialzò la donna, fino allora conculcata, alla dignità di compagna dell'uomo, scosse dalle fondamenta e preparò la rovina del più vasto impero che fosse mai stato riunito sotto il bàrbaro diritto della conquista. Questi fùrono solenni trofèi.

Ma finchè il seme della verità era confidato a così guasto terreno, finchè l'errore che aveva dominata l'antica civiltà non era divelto, poteva prevedersi che anche le lìmpide acque provenienti da così pura sorgente sarèbbero state, nel loro cammino attraverso a tante immondezze, di leggieri contaminate. Epperciò abbiamo la sventura di dover registrare con nostro raccapriccio che molte antiche superstizioni, non che venir spente, parve che ritrovàssero più vivace alimento; e vìdersi, mostruoso traviamento d'un principio d'amore, le guerre di religione insanguinare la terra, accèndersi i roghi dell'inquisizione, e i guardiani dell'autorità mèttersi in sospetto contro il progresso delle scienze, e perseguitarne i cultori.

La scoperta del moto della terra fece discender l'uomo dai tràmpani sui quali s'era fino allora sostenuto. Riconosciuta da esso la sua vera posizione

rispetto agli èsseri diversi dai quali trovàvasi circondato, anche i rapporti che lo legàvano a' suoi sìmili subirono radicali modificazioni, e potèrono èssere giustamente apprezzati e rettificati.

Le guerre di religione sono ormài condannate da ogni coscienza, nè più rinasceranno: l'inquisizione è caduta e, vogliamo crèdere, per sempre. La tortura è abolita e noi fremiamo alla memoria della iniquità dei così detti *giudizj di dio*. I costumi sònosi notabilmente mansuefatti, e la pena di morte, cancellata dal còdice di varie nazioni, è destinata tra breve tempo a raggiùngere i giudizj di dio e la tortura. Si ammette al presente che i fenòmeni naturali sono inalterabilmente soggetti alle leggi naturali: l'astròlogo che un tempo incuteva terrore ai più potenti desterebbe ai nostri giorni l'ilarità dei fanciulli: della negromanzia e della magia vanno scomparendo fin l'ùltime tracce; nè più si trova chi cerchi oggidì la pietra filosofale.

Gli uòmini fatti meno curanti di aspirare a beni immaginarj, e che ora conòscono di non poter raggiùngere, rivòlgono maggiore attenzione ai loro interessi reali, a quelli che li tòccano più davvicino. La società si è già in gran parte trasformata, e si prepara a subire novelle e più profonde trasformazioni. La civiltà è in progresso, e, ponendo ora il

suo fondamento sulla verità e non sulla menzogna, col suo progredire moltiplicherà i beni, e cicatrizzerà le antiche piaghe sociali. La nostra terra è inondata di làgrime non necessarie di cui le istituzioni migliorate potranno inaridir la sorgente. È bensì vero che i vecchi pregiudizj creàrono molti interessi, e che le infauste propàggini del mondo antiquato non cederanno il campo senza resistere; ma chi farà rimontar l'acqua del torrente verso la china da cui discende? Coloro che sògnano poter mèttere un àrgine all'invadente progresso faranno come fanciulli che trovàndosi in un battello trasportato dalle onde crèdono di spingerlo a riva puntellàndosi tutti ad una sua parete.

La scoperta del moto della terra ha insegnato all'uomo a conòscere sè stesso, ha fatto sparire mille superstizioni; abbattè l'astrologìa giudiziaria, la magìa e l'alchimia; spense i roghi dell'inquisizione, rese impossìbili le guerre di religione; scosse infine tutto l'antico edifizio sociale che, fondato sopra un errore, invece di protèggere gli uòmini li avviluppava in una rete d'inganni e di decezioni; e così aperse la strada alla vera civiltà verso la quale noi ci affrettiamo a gran passi, appena qualche istante trattenuti dagli ostàcoli impotenti coi quali si vorrebbe attraversarci il cammino.

Dopo una sì grande rivoluzione la quale venne bensì promossa da molte càuse diverse ma che certo non avrebbe potuto compirsi senza la scoperta del moto della terra, che pur pareva non dovesse esercitare alcuna influenza sul mondo sociale, dobbiamo andar guardinghi nel circoscrivere la portata d'una scoperta scientifica qualsivoglia. È vero che niun'altra ve ne fu nè prima nè poi che potesse gareggiare d'importanza con quella; ma d'altra parte non vi è verità alcuna la quale non abbia il grembo fecondo di qualche ùtile applicazione. Sarà forse il libro delle montagne la prima eccezione? Io non lo credetti, ed è perciò che lo scriverlo pàrvemi, come già dissi, l'adempimento d'un positivo dovere.

A soddisfarvi nel miglior modo che per me si potesse, moltiplicài le esperienze, affinchè le mie parole riuscissero l'espressione di fatti bene avverati, e consultài tutte quelle òpere relative al soggetto propòstomi le quali sì la pùbblica biblioteca quanto gli amici èbbero la cortesia di mèttere a mia disposizione.

La qualità de' mièi esperimenti mi trasportò quasi a mia insaputa nel cuore di due scienze vastìssime, la geologìa e la fisiologìa, ond'è che, fin dove me lo permisero le òpere che potèi consultare e di cui tròvasi il breve elenco a pag. xv, procurài

d'informarmi di quanto già in esse conoscèvasi, affinchè, separato il nuovo dall'antico, mi fosse possìbile toccar di questo solo quel tanto che tornava indispensàbile all'intelligenza di quello.

Vorrèi che la lettura di questo primo volume facesse nàscere il desiderio di prèndere conoscenza anche del secondo nel quale sarà esposta la *teorìa dei vulcani*. Però, sebbene molti de' materiali necessarj alla sua compilazione sìano già raccolti, ed abbia già eseguite numerosìssime esperienze, pure, stante le mie attuali circostanze, non sono in grado di fissare alcun tèrmine entro il quale assicurare che anch'esso sarà portato a compimento. In tale incertezza posi ogni cura a separare dalla materia che sarà contenuta nel secondo volume quella che formò il soggetto del primo, il quale, reso per tal modo affatto indipendente può stare da sè, ed èssere considerato come un'òpera completa.

Lodi, 22 Marzo 1851.

PÀOLO GORINI.

STUDIO SPERIMENTALE

SULL'ORIGINE

DELLE

MONTAGNE E DEI VULCANI

Esemplare N [illegible]84

ORÌGINE

DELLE

MONTAGNE E DEI VULCANI

NOZIONI PRELIMINARI

Artìcolo I.

Ìndole sperimentale della geologia.

Divisione delle scienze naturali, secondo l'indole loro, in descrittive e sperimentali — Il mètodo sperimentale non è sempre applicàbile a tutte le scienze d'indole sperimentale — La geologia è una scienza d'indole sperimentale.

1. Quelle scienze naturali che limitano il loro scopo a tracciare i caràtteri distintivi delle varie cose esistenti, e pòrtano in comune il nome di *scienze descrittive*, sono le sole che siano destinate per la loro indole stessa a non contare che sul mètodo dell'osservazione onde progredire nel loro cammino. Tutte le altre scienze che si prefiggono lo studio dei fenòmeni, e che, considerando ciò che esiste soltanto come un punto di passaggio fra ciò che esisteva e ciò che esisterà, aspirano a rintracciare le càuse e a prevedere gli effetti, sebbene non trascùrino alcuna occasione per far tesoro di osservazioni, pure egli è nelle esperienze ove ritròvano il mezzo più efficace di studio e

Altra scienza d'indole sperimentale, e che pure si alimenta più di osservazioni che di esperienze, è la fisiologia. Deve agli esperimenti i suoi più ràpidi è più sicuri progressi; ma non si può negare che molti de' suoi acquisti non siano il frutto di moltiplicate e diligenti osservazioni.

3. Se la geologia si accontentasse di studiare la terra quale essa è, passare in rassegna i materiali che la compòngono, notare il modo con cui sono in essa distribuiti, sarebbe una scienza puramente descrittiva; ma ben diverso è il suo scopo, mirano assai più in alto le sue pretensioni.

L'orittognosia, la geognosia, la geografia fisica, che tràttano i detti argomenti, non sono nelle mani della geologia che sèmplici stromenti d'investigazione, non sono che materiali informi bisognèvoli d'un'elaborazione novella e più perfetta. La geologia vuol salire alle origini: considerando la terra attuale come un effetto passeggiero di ciò ch'essa fu, cerca nella medèsima i monumenti che le disvèlino tutti i suoi stati anteriori, vorrebbe trovar le càuse del suo successivo svolgimento, e valèrsene a presagire ciò che di lei avverrà. La geologia pertanto, studiando piuttosto le modificazioni delle cose che le cose in sè stesse, esce dal nòvero delle scienze descrittive, e presenta tutti i caràtteri d'una scienza d'indole eminentemente sperimentale.

4. Ad onta però dell'indole sua sperimentale, questa scienza venne fino ad ora collocata, insieme all'astronomia, nel nùmero di quelle, al di cui studio, l'applicazione

del mètodo sperimentale fosse cosa piuttosto desiderata che giudicata possibile. Si abbandonò quindi interamente al mètodo dell'osservazione, benchè per lei seminato di così gràvi difficoltà che il suo cammino doveva trovàrsene ad ogni passo ingombrato.

5. Se il mètodo dell'osservazione non riescì infruttuoso all'astronomia ed alla fisiologia dobbiamo considerare che le osservazioni richieste da queste due scienze si pòssono moltiplicare a piacimento in ogni luogo, in ogni tempo e con ogni facilità; ma per la geologia le cose non camminano d'ugual passo come si potrà rilevare dall'articolo seguente.

Articolo II.

Difficoltà che s'incòntrano a studiare la geologia col mètodo dell'osservazione.

Soverchia grandezza della terra — La crosta della terra non potè èssere osservata che fino ad una profondità insignificante — Difficoltà che s'incòntrano a poter osservare i fenòmeni geològici — Come potè prosperare la geologia ad onta del mètodo poco opportuno con cui se ne faceva lo studio.

6. Per apprèndere a ben conòscere la terra è d'uopo saperla osservare, e a còmpiere con frutto le necessarie osservazioni bisogna lottare contro particolari difficoltà. La vastità della terra e l'impossibilità di recarci da essa ad una convenèvole distanza fanno sì che, per quanto lontano si sospinga lo sguardo, non ci cade sotto agli occhi che una porzione insignificante della sua superficie. E pertanto da qualche osservazione slegata non è

possibile che ci formiamo la giusta idèa della sua forma complessiva, ovvero delle dimensioni e dei rapporti delle varie grandi parti che la costituiscono. A raggiùngere questo scopo bisogna ripètere le osservazioni in molti luoghi diversi, poi ritèssere colla mente in un sol tutto ciò che fu separatamente osservato. Chi guarda sempre la terra dal medèsimo luogo sarà trascinato agevolmente ad erronee conseguenze. Così, per es., l'uomo che nato sopra uno scoglio dell'ocèano non vede che mare è naturalmente portato ad esagerarsi sulla terra l'estensione occupata dall'acqua, e viceversa chi è nato in mezzo al continente non presta fàcile credenza ai racconti che gli si fanno dell'immensa estensione dei mari. Posti, come siamo, ad una sufficiente distanza dalla luna possiamo comprèndere in un'occhiata la totalità del suo contorno, e la giudichiamo immediatamente un corpo rotondo; ma la rotondità della terra non si potè conòscere che in conseguenza di osservazioni moltiplicate, di studii accurati e profondi; e questa verità incontrastàbile ci sarebbe più famigliare se abitàssimo la luna invece di soggiornare quaggiù. A determinare la vera figura e la grandezza della terra, a poter stabilire soltanto il giusto rapporto che esiste fra la superficie occupata dai continenti e dalle isole e quella abbandonata al dominio delle acque, si richièsero lavori giganteschi, osservazioni secolari, prodigi d'intelligenza e di perseveranza. E infine, superate queste grandi difficoltà, null'altro si conobbe della terra fuorchè ciò che essa mostra all'esterno, cioè semplicemente la sua superficie.

7. Che cosa essa contenga nelle sue profonde viscere è ancora un problema che i tentativi dell'uomo arrivàrono appena a sfiorare. Rammentiamo ciò che dice a questo propòsito il cèlebre Humboldt. « Se si paragò-
» nano queste sotterranee depressioni (*le più grandi di cui l'uomo abbia potuto procurarsi qualche conoscenza*)
» colle cime di quelle montagne che si risguardàrono
» fino al presente come le parti più sporgenti della scorza
» sollevata del nostro globo, si trova una distanza di
» 37,000 piedi (1 miriàmetro e $\frac{2}{10}$), ciò che importa $\frac{1}{324}$
» del raggio terrestre. Tal'è nel senso verticale il solo
» spazio ove potrèbbero esercitarsi le ricerche della geo-
» gnosìa, anche se l'intera superficie della terra si di-
» stendesse fino ai vèrtici del Dawalagiri, o del Sorata (*) ».
E un tale spazio, se questo libro rappresentasse la terra, corrisponderebbe alla metà dello spessore del foglietto del frontispizio!

8. D'altronde, se anche ci fosse possibile lo spingere le nostre indàgini fino al centro della terra, se anche arrivàssimo a tutto esattamente conòscere ciò che in essa è contenuto, non ci troveremmo ugualmente che al primo limitare della scienza di cui ci occupiamo. Questa, aspirando, come già si fece notare, a discoprir le vicende che la terra ha subito, deve portare la sua attenzione principalmente sovra i fenòmeni, onde dall'osservazione di ciò che ancora avviene trar qualche lume ad intèndere ciò che deve èssere in altri tempi avvenuto.

(*) *Cosmos*. T. I, pag. 129.

9. Ma l'osservazione de' fenòmeni geològici, oltre al partecipare di tutte le difficoltà superiormente toccate, ne presenta un gran nùmero di nuove.

10. E in primo luogo diremo, che certi fenòmeni, geològici, come, per esempio, il rialzarsi della Svezia (1), procèdono con tanta uniformità e lentezza, e si còmpiono per gradazioni cosi insensibili, che, spendendo vent'anni di vita a spiarne il progresso, non se ne raccoglierebbe miglior profitto che a guardare continuamente per 24 ore il tronco d'una pianta onde imparare come vada crescendo.

11. Altri fenòmeni invece patiscono cosi lunghe intermittenze, che bisognerebbe poter scègliere bene a propòsito l'època della propria vita, onde èssere in grado di assistervi un'ùnica volta. Quanto alla formazione, per esempio, di una gran catena di monti non v'è tradizione alcuna che ne faccia menzione, ed è assài probàbile che questo fenòmeno non siasi ancora verificato dopochè l'uomo comparve ad abitare la terra.

12. Per ùltimo è da considerarsi, che i fenòmeni geològici sono di malagèvole osservazione anche perciò che generalmente avvèngono accompagnati da circostanze formidàbili le quali tòlgono a chi deve pacatamente studiarli la necessaria calma dell'ànimo; chè anzi spesso

(1) *Toute la côte suédoise et finlandaise s'élève progressivement à raison de 1, 3 mètre par siècle, depuis la limite de la Scanie septentrionale (Soelwitsborg) jusqu'à Torneo, et de Torneo à Abo, tandis que la Suède méridionale s'affaisse, d'après Nilson. La force de soulèvement parait atteindre son maximum dans la Laponie septentrionale, vers le sud elle diminue peu à peu jusqu'à Calmar et Soelwitsborg.* — HUMBOLDT. Pag. 245.

pòsero in fuga gli osservatori, o spènsero quelli che animati da soverchio ardore scientifico non vòllero abbandonare l'insidioso terreno. Egli è perciò che nessuno ha potuto assistere davvicino nel 1538 alla formazione di Monte-Nuovo (*). In pochi giorni trovossi elevata una montagna di 400 piedi d'altezza laddove èravi un lago. Il suolo era scosso da violentissimi terremoti: si potèvano scòrgere a distanza le fiamme che proteggèvano la nuova formazione contro gli assalti dell'umana curiosità: il luogo fu necessariamente abbandonato da tutti, e quello stupendo fenòmeno compiùtosi nel cuor dell'Italia, ove la popolazione è densa e l'ingegno è dote volgare, non potè èssere meglio osservato, che se fosse accaduto nelle solitùdini della Siberia, o in mezzo al deserto di Sahara. Risalendo a tempi più antichi, riporteremo per secondo esempio il fatto, a niuno ignoto, di Plinio il Naturalista il quale fu vittima della sua dotta curiosità nella prima eruzione stòrica del Vesuvio, pèrdita che i pòsteri non cessàrono di lamentare insieme alla distruzione d'Ercolano e Pompej.

13. Riteniamo pertanto come dimostrato che i fenòmeni geològici, sia perchè accàdono troppo di rado, sia perchè procèdono troppo lentamente, sia perchè non possiamo recarci abbastanza lontano per comprènderli nel loro complesso, sia perchè non possiamo abbastanza avvicinarli per investigarne i minuti dettagli, sono di osservazione estremamente difficile. Eppure ci fu col solo mètodo dell'osservazione, così poco omogeneo all'indole

(*) LEONHARD. T. II, pag. 129, Lez. 22.

della scienza, così pòvero di risorse e scarso di risultati, che la geologia potè salire in questi ùltimi tempi ad un alto grado di perfezione. A rènderci ragione di tale singolarità dobbiamo ricordarci che questa scienza venne con particolare amore coltivata dai più distinti ingegni viventi, tra i quali primèggiano i nomi immortali di Alessandro de Humboldt, Leopoldo de Buch ed Elia de Beaumont.

Articolo III.

Possibilità della geologia sperimentale.

Cagioni che parevà dovèssero allontanarci dal tentare il mètodo sperimentale — Grandiosità de' fenòmeni geològici e moltiplicità delle cause a cui si attribuiva la loro produzione — Discussione di tali difficoltà — Possibilità di riprodurre artificialmente i fenòmeni geològici dovuti al modo particolare di consolidarsi del liquido terrestre — La rotondità del liquido terrestre che non si può imitare coi liquidi artificiali non è un'obbiezione contro la possibilità della geologia sperimentale.

14. Riconosciuto insufficiente per lo studio della geologia il mètodo dell' osservazione, prima di affidarci al mètodo sperimentale, è bene che pigliamo ad esaminare le due principali cagioni che ci tènnero fino ad ora lontani da ogni tentativo di praticarlo.

15. Dapprima colpiti dalla grandiosità dei fenòmeni geològici, ci eravamo quasi abituati a crèdere che dovèssero èssere condizioni indispensàbili alla loro riuscita l'immensità dello spazio e la quantità della materia posta in azione. Ogni tentativo di riprodurre, coi nostri limitati mezzi, fenòmeni di tal natura presentàvasi alla nostra

mente sotto l'aspetto di una presunzione esorbitante. Però considerando la cosa più maturamente, non màncano buone ragioni per farci inclinare all'opinione contraria; mentre, se la rappresentazione artificiale in piccolo d'un fenòmeno geològico riuscisse abbastanza fedele per doverla dichiarare una vera riproduzione dello stesso, allora potrebbe fornirci materia di studio quanto il fenòmeno originale ed anche meglio.

16. Assistendo ad un fenòmeno che còmpiesi in breve tempo sovra una quantità limitata di materia, noi possiamo nel tratto istesso comprènderne l'andamento complessivo, ed esaminarlo ne' suoi più minuti dettagli; nè più urtiamo in alcuno degli inconvenienti ricordati nell'articolo precedente, pe' quali riesce tanto difficile il trar profitto dall'osservazione dei fenòmeni geològici naturali. Saremmo nel caso istesso di chi volendo studiar geografia ricorre al piccolo mappamondo piuttosto che intraprèndere infruttuosi viaggi su tutta la superficie della vastissima terra.

D'altronde come il Cavendish ha potuto, fabbricando poche gòcciole d'acqua, palesarci l'origine di tutte le acque che riempion l'oceàno; perchè non dovrà esser possibile, producendo mari o montagne di qualche pòllice d'estensione o d'altezza, dimostrare sperimentalmente come si formàrono i veri mari o le vere montagne?

17. In secondo luogo siccome supponèvasi che alla produzione dei fenòmeni geològici prendèssero parte moltissime càuse diverse le quali bene spesso accumulàssero le loro diverse influenze anche per la produzione di

ciascun fenòmeno isolato così credevamo troppo avviluppata la matassa, onde sperar qualche successo nei tentativi sperimentali.

18. Simile supposizione era affatto gratùita, e noi nella spiegazione de' fenòmeni geològici abbiamo trovato una nuova conferma che la natura procede in ogni sua produzione colla più miràbile semplicità: abbiamo trovato fenòmeni d'aspetto assài diverso muòvere da una càusa comune, e mantenere fra loro così stretti e moltiplici legami, che la riproduzione d'un solo di essi ci aperse la via a quella di tutti gli altri.

19. Ciò premesso, la possibilità di tentare la riproduzione artificiale di qualche fenòmeno geològico si può facilmente dedurre dalle seguenti considerazioni.

Quando la terra era una massa liquida omogenea nessuno di quei fenòmeni che noi chiamiamo geològici avèa potuto ancora sovra di lei manifestarsi. I primi fenòmeni geològici èbbero il loro nascimento col primo consolidarsi dell'esterna superficie della terra, e poichè la massa intera della terra non ha per anco raggiunta la sua completa solidificazione, così nessun fenòmeno geològico potè finora accadere, pel quale non sia ragionèvole il dubbio di qualche influenza esercitata sovr'esso dal progressivo consolidarsi del nostro pianeta. Ora il mezzo più naturale e più sèmplice per istudiare sperimentalmente gli effetti di questa influenza, e arrivare a distinguere quei fenòmeni che dèvono esclusivamente a lei la loro origine da quelli alla cui produzione essa fu affatto estranea, o non fece che partecipare parzialmente, risalta

alla mente di chicchessia. Prendiamo una porzione del liquido terrestre e facciàmola consolidare sotto i nostri occhi. Avremo con ciò a disposizione una piccola terra, sulla quale dovranno esattamente riprodursi, sovra una scala proporzionata alla quantità della materia, tutti quei fenòmeni geològici che sulla nostra terra dovèttero o dovranno la loro origine alla consolidazione del liquido che in parte ancora la costituisce, e del quale un tempo era interamente formata.

Il liquido necessario a queste esperienze noi possiamo procuràrcelo sia fondendo il granito od altra roccia plutònica, sia raccogliendo la lava quando esce fusa dal seno della terra nelle eruzioni vulcàniche.

20. Se qualcuno volesse obiettarci che il liquido terrestre primitivo non era inceppato dalle pareti dei vasi, ma presentava al cielo la sua superficie interamente libera da tutte le parti, e che del nostro liquido artificiale non si otterrà mai libera che la sola superficie superiore, noi potremmo rispòndere, che pochi sono i fenòmeni geològici provenienti dalla consolidazione del liquido terrestre primitivo alla produzione dei quali abbia concorso simultaneamente l' intera sua massa; che molti invece dèvono la loro origine alla consolidazione di singole separate porzioni del nominato liquido contenute in vasi sòlidi di vastissima estensione e presentanti al cielo, come il liquido de' nostri vasi, una sola superficie libera. Pertanto i fenòmeni che si trovàssero nel primo caso, stante la difficoltà in quistione, non potrèbbero èssere imitati che in un modo imperfetto, e resterebbe al càlcolo e

all'induzione a completare i risultati, estendèndoli al caso di una superficie rotonda e libera da tutte le parti; ma nel caso il più frequente l'imitazione potrà èssere perfetta sotto ogni rapporto.

Così, mi pare, possa tenersi come dimostrata, se non altro in un modo astratto e teorètico, la possibilità di riprodurre sperimentalmente la maggior parte di quei fenòmeni geològici i quali tràggono la loro origine dalla consolidazione del liquido terrestre.

Non sempre però quanto si vede possibile in teoria è suscettibile di una pràtica realizzazione, e noi vedremo negli articoli seguenti che, per ottenere quest'ùltimo intento, abbiamo dovuto ancora combàttere diverse difficoltà, cui fortunati accidenti e la nostra pertinace insistenza fècero felicemente superare.

Articolo IV.

Punto di partenza della geologia sperimentale.

Difficoltà che s' incòntrano a tentare con piccole quantità di liquido terrestre la riproduzione del fenòmeno delle catene di monti — Discussione di tali difficoltà — Convenienza di far subire al liquido, con cui si vuole esperimentare, una particolare preparazione — Ripiego per superare ad un tratto ogni specie di difficoltà — Successo dell'accennato ripiego.

21. Parrebbe, dietro le cose ora esposte, che per riprodurre in un modo sensibile qualcuno dei fenòmeni geològici più grandiosi dovesse bastare il prèndere alcune libbre d'una roccia plutònica fusa, ed osservare ciò che avviene nell'atto della consolidazione del liquido. Noi, in

ciò che siamo per esporre, onde fissare le idèe sopra un fenòmeno speciale, prenderemo particolarmente di mira quello della formazione dei monti. Ma quale speranza ci può restare di riprodurre artificialmente questo fenòmeno, se nella consolidazione dei torrenti di lava che irròmpono dai nostri vulcani, le superfici, quantunque non sempre affatto piane, pure non ci presèntano nemmeno tali inuguaglianze da poterle ritenere come rudimenti di vere montagne? D'altronde, se anche un getto di lava di molti milioni di libbre ci presentasse qualche traccia di monti che fòssero sorti dalla sua superficie nell'atto della consolidazione, quale pronòstico si potrebbe dedurne a favore di tentativi sperimentali, ove non ci sarebbe possibile l'impiegare più che qualche libbra di materia? Infine la fusione di quantità considerèvoli di materie d'origine plutònica richiede l'uso di temperature elevatissime, il che ancora verrebbe eventualmente ad accrèscere la difficoltà delle esperienze, qualora pure volèssimo ammèttere che fosser possibili.

22. A tali considerazioni, davvero poco incoraggianti per chi siasi proposto di bàttere la via sperimentale, altre se ne pòssono contrapporre valèvoli a temperarne l'effetto. E in primo luogo possiamo confortarci dietro l'osservazione, che le rocce d'origine vulcànica presèntano tali marcate differenze con quelle d'origine plutònica, d'èssere autorizzati a pensare possa il liquido plutònico comportarsi alquanto diversamente dal vulcànico, e quello produrre prominenze sebbene questo non le produca. In secondo luogo, se anche, fusa una notàbile quantità di

roccia plutònica, ottenèssimo un liquido che riconsolidàndosi non ci presentasse alcun indizio di prominenze montuose, àvremmo sempre il rifugio di sospettare che la proprietà di generar prominenze nell' atto della consolidazione esistesse solamente in un modo transitorio nel liquido plutònico primitivo, e fosse una di quelle che si consuman coll'uso.

23. In questa ipòtesi i primi sforzi dello sperimentatore dovrèbbero èssere diretti a ridonare al liquido, ottenuto colla fusione, la perduta proprietà. Che se questo liquido, dopo tale preparazione, produrrà nel consolidarsi piccole prominenze tanto somiglianti alle grandi montagne da doverne riconòscere l'identità, e se dopo una nuova fusione non più comparissero le dette prominenze; allora la fatta supposizione andrebbe acquistando un alto grado di probabilità, e ciò tanto più se vi saranno ragioni per crèdere che realmente l'antico liquido terrestre si fosse primitivamente trovato nello stato medèsimo del liquido da noi artificialmente preparato.

24. Ma infine sarà veramente indispensàbile, per tentare i progettati esperimenti, di ricòrrere alla fusione delle rocce plutòniche? Se questa proprietà di generar prominenze esisteva realmente nel liquido terrestre primitivo, è forse naturale il pensare che la medèsima debba èssere stata una proprietà esclusiva di quell' impasto di silice e di silicati? Non esisteranno altre materie più trattàbili e di più fàcile fusione che godranno della medèsima proprietà, che forse ne godranno in un grado più eminente?

In conseguenza di queste considerazioni travèdesi la possibilità di tagliare in un sol colpo il nodo di tutte le difficoltà; mentre le stesse si compèndiano tutte in quella di ritrovare una sostanza che sia di fàcile fusione, di fàcile preparazione, e che, anche sotto volume non considerèvole, produca consolidàndosi delle sensibili prominenze le quali tanto rassomiglino alle montagne naturali da poterle considerare come una loro fedele riproduzione.

25. Le mie ricerche dirette a questo scopo fùrono coronate d'un pieno successo, chè, trovata la sostanza dotata di tutte le richieste proprietà, ottenni risultati i quali superàrono di gran lunga la mia aspettazione. In tutto ciò devo per altro confessare, che i fenòmeni fondamentali mi si presentàrono da sè, mentre io non andava cercàndoli; laonde non posso pretèndere ad altro mèrito che d'avervi fermata la mia attenzione. I pochi cenni seguenti comproveranno pienamente le cose or dichiarate.

Articolo V.

Fatti accidentali che aprìrono il campo allo studio della geologìa sperimentale.

Insufficienza delle ipòtesi proposte per splegare la formazione delle montagne — Gibbosità osservate sulla superficie dell' acqua gelata — Fenòmeno anàlogo osservato in altra sostanza.

26. Non avendo veduto che poche montagne naturali, e anch' esse negli anni della prima adolescenza, e poco di ciò che fu scritto sulle medèsime avendo io potuto studiare, non era verosimile che a me suggerisse spontanea l' idèa di far speciale soggetto di studio un

fenòmeno del quale così poco m'èrano conosciute le circostanze. Però la reminiscenza delle montagne vedute mi impediva di accettar come buone le varie spiegazioni comunemente ammesse circa l'origine loro: parèvami che colle loro forme esse protestàssero apertamente contro ogni ipòtesi che le traesse dal seno della terra per via di subitanee eruzioni in istato di materie liquide più o meno dense, o in istato di materie sòlide sfrantumate e sollevate con ìmpeto per l'esplosione attraverso ad esse di torrenti di gas (*). Acconsentendo ad accògliere entrambe le ipòtesi come buon mezzo di spiegazione in alcuni casi speciali, la mia mente sentivane l'insufficienza allorchè venivano proposte come mezzo di spiegazione generale.

27. Io mi trovava in questa situazione di spirito allorquando nel gennajo del 1846, cadèndomi sott'occhio un secchio pieno d'acqua gelata, osservài con mia sorpresa che la superficie libera del ghiaccio non era piana dappertutto, ma in alcuni luoghi mostràvasi sporgente in virtù di considerèvoli gibbosità. Questo fenòmeno, che certo sarà stato osservato le mille volte, a me riusciva affatto nuovo, e non mancò di cagionarmi una profonda impressione. Era fàcile il supporne la càusa nell'aumento di volume che l'acqua subisce consolidàndosi, ma la circoscrizione di quelle gibbosità a luoghi ben determinati, e con limiti nettamente disegnati, rialzava nella mia mente l'importanza del fenòmeno, e feci fin da quell'istante il proponimento di riprodurlo parecchie volte onde poterlo

(*) Leonhard. T. II, pag. 82

studiare accuratamente in tutti i suoi dettagli e in tutte le sue circostanze: devo anzi dire, che sebbene quelle gibbosità avèssero assai poca somiglianza nella loro conformazione con quella delle montagne, pure fin d'allora mi balenò alla mente il pensiero che *le catene di monti avèssero potuto sòrgere dall'antico liquido terrestre come quelle gibbosità dall'acqua di quel secchio.* Tale idèa lavorava nel mio cervello, ma la stagione men rigida che presto subentrò m'impedì di dar corso al mio progetto. Però il seme era gittato, e più tardi un altro favorèvole accidente lo fece germogliare.

28. Sfuggitomi l'inverno del 46, non potèi approfittare dell'inverno successivo, in primo luogo, perchè fu assài mite, e avrebbe offerte poche occasioni di ripètere l'esperienza, e in secondo luogo, perchè trovàvami a Parigi lontano dalla patria e in circostanze che mi togliévano ogni possibilità di consacrarmi allo studio. Restituitomi alla fine di quell'anno nel mio paese, stava spiando l'opportunità di intraprèndere gli esperimenti già da sì gran tempo progettati, e frattanto faceva una particolare attenzione ad ogni liquido che si consolidava, nella speranza di trovarne pure qualcuno che mi presentasse fenòmeni simili a quelli già osservati nell'acqua; quand'ecco infatti prodùrmisi prominenze analoghe a quelle del ghiaccio in altra materia avente sul ghiaccio il vantaggio di mantenersi sòlida alle ordinarie temperature. Ciò servì di conferma alla mia idèa, e mi fornì il mezzo di potere istituire esperimenti in ogni època dell'anno. A tali esperimenti per altro non potèi dare principio che nell'Ottobre

del 1848, imperocchè ne' mesi precedenti, in mezzo a tanto strèpito d'armi ed al precipitare di tanto imprevedute vicende, era naturale che l'amore di patria m'impedisse d'abbandonarmi tranquillamente a quei pacifici studj.

Un'escursione di due mesi fatta nella Svizzera mi aveva ravvivato, colla vista di quelle colossali montagne, il desiderio di poterle artificialmente imitare. E sì forte questo desiderio mi bersagliava la mente, che riuscì a farmi anticipare il ritorno, onde poter dar sùbito mano agli ideati lavori.

Articolo VI.

Rivista de' principali fenòmeni geològici che si pòssono imitare col plutonio artificiale.

Moltiplicità dei liquidi atti ad imitare i fenòmeni geològici — Perfetta somiglianza tra i fenòmeni geològici naturali e quelli ottenuti sperimentalmente — *Plutonio artificiale.*

29. Avendo visto prodùrmisi spontaneamente innanzi agli occhi il fenòmeno delle prominenze in due liquidi diversi, i miei primi tentativi dovèvano èssere diretti a studiare quali erano le condizioni indispensàbili perchè il detto fenòmeno potesse costantemente verificarsi, onde pormi in situazione di riprodurlo a mio piacimento. Non mi tratterrò a dire le difficoltà che incontrài, nè l'insistenza adoperata a superarle. Riuscito finalmente nell'intento, trovài di poter disporre non d'un solo liquido, ma bensì d'una numerosa serie di liquidi tutti dotati di anàloghe proprietà, cosicchè per la troppa abondanza trovàvami imbarazzato a far la scelta di quello che fosse da

preferirsi. Una volta fissate le idèe sul liquido da adottarsi, altro più non mi restava che di moltiplicare gli esperimenti onde studiare il fenòmeno delle prominenze, o quegli altri fenòmeni anàloghi ai geològici, ch' esso col suo consolidarsi poteva produrre; e fu procedendo a questo modo che raccolsi tanta messe di risultati, quanta nè io, nè forse alcun altro avrebbe potuto sperare.

30. Le piccole montagne artificiali non solo mi presentàrono forme idèntiche a quelle delle montagne naturali, ma le vidi raggrupparsi nello stesso òrdine, colle medèsime degradazioni nelle altezze, colla stessa diversità di pendenza fra i due opposti versanti. Di più la struttura delle pietre artificiali così ottenute è la perfetta ripetizione della struttura delle rocce plutòniche: il granito mi si presentò frequentissimo, frequenti i pòrfidi e le sieniti, non rari i basalti e le trachiti. Le forme delle prominenze mantèngono colla struttura della materia di cui esse risùltano costituite dei rapporti costanti; e questi rapporti sono i medèsimi che già vènnero notati dai geòlogi nello studio delle montagne naturali. Nè solo si potèrono riprodurre questi fenòmeni, ma si ottènnero simultaneamente caverne sostenute da pilastri prismàtici così somiglianti a quella detta di Fingal nell'ìsola di Staffa, che la descrizione fàttane da Leonhard (*) si può ad esse applicare parola per parola: si ottènnero profonde cavità, nelle quali a diverse distanze trovànsi impiantati altri pilastri prismàtici, tutti esattamente sporgenti fino all'altezza delle sponde;

(*) Leonhard. T. II, pag. 4, Lez. 17.

fenòmeno affatto anàlogo a quello dell'àrgine de' giganti, situato alla punta più settentrionale della contèa irlandese di Antrim (*). Inoltre si ottèngono le grotte, i sollevamenti del terreno o subitanei, o lenti e regolari, si vèdono prodursi le fenditure ramificate che rappresèntano il letto dei fiumi, si assiste a scuotimenti del terreno simili a quelli dei terremoti. I catini druìdici scavati nelle montagne non màncano di formarsi (**). In una parola azzarderemmo quasi di asserire che questo liquido ci presta il mezzo di riprodurre tutti i fenòmeni plutònici e vulcànici, e che per conseguenza esso può considerarsi come il fondamento od il perno della geologia sperimentale.

31. A questa sostanza singolare, così perfetta imitatrice del lìquido primitivo terrestre, diedi il nome di *plutonio artificiale.*

Se potrò completare lo studio del plutonio, dedicherò alla sua descrizione un opùscolo a parte. La mancanza d'ogni istromento misuratore e di sufficienti mezzi pecuniarj mi ha finora impedito dal riuscirvi. Per ora dovrò limitarmi sulla natura del medèsimo ad accennare soltanto in via sommaria quelle principali proprietà che più davvicino interèssano la teorìa che sto per esporre: e ciò formerà il tema dell'artìcolo seguente.

(*) Leonhard. T. II, pag. 3, Lez. 17.

(**) Leonhard. T. II, pag. 147, Lez. 23.

Articolo VII.

Proprietà fondamentali dei liquidi plutònici, e fenòmeni fisici non geològici che ne dipèndono.

Definizione de' liquidi plutònici — Loro proprietà fondamentali — L'evaporazione e la vaporizzazione dei liquidi non sèmbrano due gradazioni diverse d'un medèsimo fenòmeno — Ipòtesi per spiegare i cambiamenti di volume subiti dai liquidi tanto allorchè si consòlidano, quanto allorchè càmbiano semplicemente di temperatura — *Pseudo-plutonismo* e probàbile influenza da esso esercitata sui fenòmeni della cristallizzazione.

32. Abbiam già fatto osservare che non vi è un solo liquido, il quale nell'atto della sua consolidazione valga ad imitare i principali fenòmeni geològici, e che perciò mèriti il nome di plutonio, ma bensì di essi, com'era da aspettarsi, una numerosa famiglia. Tali infatti dèvono èssere considerati tutti quei liquidi nei quali contèngonsi dei flùidi espansibili in uno stato intermedio fra la sèmplice mescolanza e la perfetta combinazione.

33. In ciò che siamo per dire, dei varj fluidi espansibili, arie o vapori, contenuti nei liquidi plutònici, tratteremo in un modo complessivo come se costituissero un solo gas, e quanto diremo per questo s'intenderà applicato a ciascuno di essi in particolare.

I cultori delle scienze naturali rivòlsero già parecchie volte la loro attenzione sui liquidi che noi chiamiamo plutònici ma le proprietà che passiamo ad esporre, e che costituiscono tutta la loro importanza geològica, non fùrono prese finora nella dovuta considerazione.

1.° La forza espansiva del gas contenuto in un liquido plutònico non è interamente neutralizzata dalla

affinità delle molècole liquide per quelle del gas; e gli effetti prodotti da quel residuo di forza espansiva sono rapidamente modificati dalle variazioni di temperatura, o dalla influenza della luce e dell'elettricità.

2.° Nell'atto della consolidazione del liquido una parte di quel residuo di forza espansiva viene annichilata per l'unione più intima che si stabilisce fra le molècole del nuovo sòlido, e le molècole d'una porzione del gas. La rimanente porzione diventa affatto libera, e riprende completamente l'esercizio della sua forza espansiva naturale. In altri tèrmini una porzione del gas è assorbita e l'altra abbandonata.

3.° La quantità di gas che viene assorbita dal liquido nell'atto di sua consolidazione dipende da molte circostanze diverse; e tutti i fenòmeni mòstrano subitanee alterazioni nell'uniformità del loro andamento, tosto che per una càusa qualunque venga alterato il rapporto fra la porzione del medesimo che viene assorbita e quella che diventa libera.

4.° La forza assorbente dei liquidi, in alcuni casi determinati, discende fino à zero; e in altri casi sale fino a quanto è necessario per assorbire la totalità del gas in essi contenuto. Per conseguenza alcune volte tutto il gas diventa libero, altre volte non ne può diventar libera la più piccola quantità.

5.° Vi sono due modi diversi secondo i quali il gas può diventar libero in un liquido plutònico che si consòlida, e questi due modi si pòssono assai ben paragonare sotto molti riguardi a ciò che avviene nell'evaporazione

dell'acqua esposta al fuoco nei nostri vasi ordinarj, secondo che ancora non bolle od è diventata bollente.

Nel primo de' due modi il gas si sviluppa in molècole affatto invisibili e con una stupenda regolarità: nell'altro modo invece le bolle ch'esso produce sono più o meno appariscenti, tutta la massa liquida attraversata dalle stesse subisce moti violenti, e mòstrasi in preda ad una vera agitazione.

34. La somiglianza tra il doppio modo di svòlgersi del gas dal seno dei liquidi plutònici nell'atto di loro consolidazione, e il doppio modo di svòlgersi dei vapori dal seno dei liquidi ordinarj, allorchè si espòngono all'influenza di temperature crescenti, è talmente completa da indurci a pensare dover èssere la vaporizzazione dei liquidi un fenòmeno di natura alquanto diversa da quello della loro evaporazione e non soltanto un grado più alto di questa in virtù dell'aumentata temperatura. Intendiamo dire che aumentando la temperatura d'un liquido, non si passa per gradi insensibili dall'evaporazione alla vaporizzazione, mentre si può crèdere che qui c' incontriamo con due fenòmeni distinti, e non con due gradazioni diverse d'uno stesso fenòmeno.

35. Il cambiamento di volume che subiscono i liquidi allorchè si consòlidano, così per quelli in cui il volume aumenta come per quelli in cui diminuisce, trova una fàcile spiegazione nella considerazione che tutti i liquidi dèvono èssere sàturi del proprio vapore, e che per conseguenza nell'atto di loro consolidazione dèvono aver luogo fenòmeni anàloghi a quelli presentati dai liquidi

plutònici [2]: ed è appunto dalla teoria di questi che noi pensiamo debba dipèndere la spiegazione delle irregolarità presentate dai liquidi nelle loro dilatazioni in conseguenza dei cambiamenti di temperatura.

36. Un tale stato dei liquidi, a distinguerlo dal vero plutonismo, verrà denominato *pseudo-plutonismo*. Ne seguirà che tutti i liquidi senza eccezione dovranno considerarsi come pseudo-plutònici. Alcuni dotati di un pseudo-plutonismo dèbole non prodùcono che fenòmeni di poco rilievo, altri invece fortemente pseudo-plutònici presèntano fenòmeni affatto anàloghi a quelli dei liquidi plutònici.

37. Tutti i lìquidi plutònici danno origine colla loro consolidazione a corpi dotati di struttura cristallina, e forse il fenòmeno della cristalizzazione è sempre una conseguenza del plutonismo del liquido, o almeno di un forte pseudo-plutonismo.

[2] L'ingegnoso Bouligny giunse con una sua interessante esperienza a rèndere sensibili al microscopio i vacui lasciati dallo svolgimento del vapore nell'acqua che aveva fatto consolidare.

Ecco le sue stesse parole:

On prend un tube long de 0, 10 et du diamètre de 0, 01, on le remplit à moitié d'eau distillée, on effile le tube, ensuite on fait bouillir l'eau et, lorsqu'elle est en pleine ébullition, l'on oblitère l'extremité effilée du tube, en dirigeant dessus le dard de la flamme d'un chalumeau. Si cette dernière opération est bien faite, le tube est parfaitement purgé d'air, et l'eau continue à bouillir pendant quelque temps, quoique le tube soit soustrait à l'action de la chaleur. Lorsque le tube est refroidi, on le place verticalement sur un support, et on le soumet à l'action d'une température = à — 6° ou 8°. Au bout d'un certain nombre d'heures l'eau est congelée. Si on l'examine alors on voit au centre du cylindre, à l'aide du microscope, une myriade de bulles, qui ne sauraient être des bulles d'air.

BOUTIGNY. Pag. 187.

38. Ma un fenòmeno, che evidentemente si lega con quelli de' plutonj, s'incontra assài frequentemente nella consolidazione dell'argento e del litargirio. Anzi l'affinità dei fenòmeni presentati dall'argento coi fenòmeni vulcànici tròvasi nel modo il più esplicito rimarcata dal Thènard nel suo *Trattato di Chìmica elementare teòrica e pràtica*. riporto in nota l'intero passo ov'ei ne parla, perchè è di un grande interesse (3).

(3) *Jusqu'à la fin du raffinage l'opération ne présente rien de saillant, mais il n'en est plus de même à mesure que le refroidissement se fait sentir: la congélation commence par les bords et s'avance de là graduellement vers les parties centrales, qui avant d'être solidifiées, éprouvent une très légèrs agitation; les choses restent quelque temps en cet état de stagnation complète; puis tout-à-coup une partie considérable de la surface se bombe irrégulièrement, et il s'y produit une déchirure par laquelle s'écoule dans diverses directions, des nappes d'argent très fluide qui surhaussent encore le bombement primitif.*

Il survient ensuite un nouveau phénomène exactement comparable à ce que nous observons dans les actions volcaniques. En effet, un dégagement de gaz a lieu par un ou plusieurs points, il fait entrer le bain en une grande ébullition, et entraine avec lui de l'argent fondu, qu'il amène de l'intérieur à l'extérieur en produisant une série de cônes surmontés généralement d'un petit cratère qui vomit des coulées de métal. Ces cônes s'élèvent peu-à-peu par l'accumulation des déjections; la nappe mince et déjà figée, sur laquelle ils sont assis, éprouve des trépidations sur une étendue assez grande proportionellement à leur volume, finalement, quelques uns se bouchent à leur sommet pour ne plus se rouvrir, pendant que les autres continuent à présenter au gaz un passage d'autant plus pénible, qu'ils sont plus élevés et que le refroidissement a rétréci davantage les orifices; l'argent alors cesse de s'épancher en nappes, et des globules métalliques se trouvent lancés à d'assez grandes distances et même jusque hors du fourneau. C'est ordinairement le dernier de ces petits volcans qui atteint la plus grande hauteur et qui manifeste avec la plus grande intensité tous ces phénomènes pour la production desquels il faut opérer sur environ 40 à 50 livres d'argent.

On sait d'ailleurs que le gaz dégagé est l'oxygène resté en imbibition dans le métal, et que celle-ci n'a lieu qu'autant que l'argent est pur ou presque pur.

THÉNARD. T. II, pag. 322.

Recentemente leggendo la *Storia Naturale della terra* di Bronn e i due primi volumi del *Corso di Chimica generale* di Pelouze e Fremy, trovai altri cenni interessanti circa i fenòmeni in discorso. Dagli stessi parrebbe risultare che il primo, il quale fermò la sua attenzione sui fenòmeni presentati dall'argento nella sua solidificazione, fosse stato il Fournet, e che fosse Levol quegli a cui riuscì di presentarne la spiegazione più soddisfacente (1).

(1) Aber auch glühend-flüssige Metall-Stoffe besitzen — wenigstens zum Theile — die Eigenschaft die sie umgebenden Gase zu absorbiren, wenn gleich die Expansion diesem mehr als in kaltem Zustande entgegenzuwirken scheint. So beobachtete Fournet dass das flüssig gehaltene Silber in einer Sauerstoff-reichen Atmosphäre etwa sein 22 faches Volumen Sauerstoff absorbire, welcher dann, nachdem die Oberfläche durch Abkühlung schon erstarrt ist, wieder entweicht, und zwar, wenn man mit grösseren Massen (50 Pfd. +) operirt, unter Hebung, Herschütterung und Bersten der Kruste, unter Enstehung von Ergüssen und Strömen des innen noch flüssigen Silbers aus Spalten und Krateren, unter Gas-Entwickelungen u. s. w.

BRONN. Pag. 87.

Si ce refroidissement avait lieu trop rapidement, l'essai rocherait, *et il se produirait au dessus du bouton* (de l'argent) *une sorte de végétation.*

PELOUZE et FREMY. T. II, pag. 644.

*M. Levol dans un travail sur les phénomènes de l'*éclair *et du* rochage *a fait connaître plusieurs faits qui interessent l'art de l'essayeur. Il a constaté qu'une partie du cuivre provenant des alliages passés à la coupellation, se retrouvait dans les coupelles à l'état de protoxide; comme il est nécessaire que les oxides soient liquéfiés pour pénétrer dans l'intérieur des coupelles, et que les oxides infusibles tels que ceux d'étain, de zinc, de nickel, etc., restent entièrement à leur surface, M. Levol pense que le cuivre ne pénètre pas dans la coupelle à l'état de bi-oxide de cuivre qui est refractaire, mais à l'état de protoxide.*

On admettait généralement que le phénomène de l'éclair était dû au dégagement de chaleur produit au moment où l'argent passe de l'état liquide à l'état solide; mais on pouvait objecter à cette interprétation, que l'éclair cesse de se

Io non conosceva queste ùltime òpere quando cominciài i miei lavori sui lìquidi plutònici; pure credèi mio dèbito di mèttere sotto gli occhi del lettore i diversi passi che nelle medèsime si riferiscono all' argomento in questione, come farò di tutto ciò che giunse a mia cognizione, acciocchè non mi si voglia apporre la immeritata taccia di nascòndere i lavori altrùi per far meglio risaltare la novità dei miei proprj.

montrer dans des alliages élevés en titre, et que d'ailleur la solidification du bouton ne coïncide pas toujours avec l'éclair. M. Levol a expliqué d'une manière beaucoup plus satisfaisante le phénomène de l'éclair en admettant que l' argent en passant à l'état solide, abandonne l' oxygène qu' il tenait en dissolution, et que ce gaz est subitement absorbé par le protoxide de cuivre contenu dans la coupelle sur laquelle repose l'argent. C'est au changement d'état de l' oxygène qui abandonne un liquide pour se fixer sur un corps solide, et à l' action chimique qui l'accompagne, que M. Levol attribue le dégagement de chaleur, et par suite la lumière qui constitue l' éclair. Si l' essai de l' argent fin ne donne pas lieu à une émission subite de lumière c'est que l' oxygène dissous par le métal en fusion ne trouve pas de protoxyde de cuivre qui puisse l' absorber, et qu' il se dégage sous forme gazeuse dans l'atmosphère ; dans ce cas au lieu de produire de la chaleur, l'oxygène doit en absorber au bouton.

Le rochage est produit par l' oxygène qui se dégage de l' argent au moment de la solidification de ce métal, et qui projette une certaine quantité de la masse liquide.

PELOUZE et FREMY. T. II, pag. 645.

Pendant le refroidissement des litharges, il se manifeste souvent dans la masse des sortes d' explosions volcaniques, qui sont dues au dégagement subit de l' oxygène que cet oxyde avait dissous pendant sa fusion; on se rapelle, en effet que la litharge fondue peut, comme l'argent pur, dissoudre l'oxygène et le laisser dégager par le refroidissement.

PELOUZE et FREMY. T. II, pag. 665.

Articolo VIII.

Perchè la geologia sperimentale non sia nata più presto.

Difficoltà di moltiplicare gli esperimenti coi liquidi plutònici già conosciuti — Dubbio che fra i fenòmeni osservati in quei liquidi e i fenòmeni presentati dai vulcani non vi fòssero che somiglianze puramente esterne e superficiali — Esperimenti di Lémeri — I fenòmeni che si crèdono interamente spiegati non sono quasi mai l'occasione di studj ulteriori.

39. Stante la cognizione dei fenòmeni, di cui tròvasi in nota la descrizione, sembrava già dischiusa la via alle ricerche della geologia sperimentale; pure non credo siasi questo ramo di scienza avanzato d'un passo oltre all'osservazione di qualche somiglianza tra i fenòmeni vulcànici e quelli presentati dall'argento. A ciò deve aver non poco contribuito l'impossibilità di famigliarizzarsi abbastanza con un gènere di esperimenti, che ad èssere ripetuti richièdono da una parte altissime temperature e dall'altra parte ingenti mezzi pecuniarj.

40. Oltre a ciò la somiglianza di tali fenòmeni coi fenòmeni vulcànici poteva èssere puramente accidentale, mentre è noto che la materia liquida che irrompe dai vulcani non è nè argento, nè litargirio, e tra i diversi gas che esàlano dai crateri assài difficilmente s'incontra l'ossigeno. Infine, esistendo nella definizione dei fenòmeni vulcànici qualche cosa di molto vago ed indeterminato, era naturale che, anche senza crèdere all'identità della càusa, tutti i fenòmeni nei quali per lo svolgimento di qualche gas avèvano luogo eruzioni di liquidi, dovèssero

èssere paragonati ai fenòmeni dei vulcani. Dalla somiglianza di due fenòmeni non siamo in diritto di conclùdere all'identità delle càuse, fuorchè nel caso in cui col solo modificar le circostanze in cui l'uno avviene si pòssano esattamente riprodurre i fenòmeni affini all'altro. Ora egli è indubitàbile che fra la formazione de' vulcani e quella delle montagne deve èsservi stretta affinità; e finchè con mezzi artificiali arriveremo ad imitare qualcuno dei fenòmeni vulcànici, e non giungeremo a produrre qualche cosa che si assomigli ad una montagna, ne resterà sempre il dubbio d'aver fatto anche de' primi fenòmeni soltanto un'imitazione superficiale e non una vera riproduzione.

41. Torna opportuno il ricordare a questo propòsito i cèlebri esperimenti di Lémeri (a), il quale, facendo de' depòsiti sotterranei di zolfo misto a limatura di ferro, otteneva, per la spontanea accensione della materia, una serie di fenòmeni affatto paragonàbili ai vulcànici nell'apparenza, ma in sostanza tanto da essi diversi, che quegli esperimenti, importanti tuttora sotto il rapporto chimico, non consèrvano più alcuna traccia di quell'importanza geològica che loro si voleva attribuire.

(a) Uebergiesst man ein Gemeuge aus Eisenfeil-Spähnen und Schwefel mit Wasser, so treten gewisse Zersetzungen ein, und in Folge derselben fängt jenes Gemenge Feuer. Das letztere Experiment hat eine Art geologischer Berühmtheit erlangt, indem Französische Physiker früherer Zeit im irrigen Wahne standen, dadurch die so schwierige und verwickelte, Lehre von Vulcanen und Erdbeben auf einfache und genügende Weise erklären zu können.

LEONHARD. Tom. I, pag. 70.

42. I numerosi esempj anàloghi al ricordato che tròvansi registrati negli annali delle scienze naturali dovèvano mèttere in guardia i naturalisti contro la tentazione di generalizzare ed ampliare soverchiamente le deduzioni dei fatti osservati, e preservarli dall'avventurarsi a fondare intere teorie sovra la conoscenza di pochi fenòmeni isolati.

Pertanto, se i fenòmeni presentati dall'argento non ci condùssero immediatamente a farne delle applicazioni geològiche, quantunque fosse in essi contenuto il germe di tutta la geologia sperimentale, non dee parer strano, tanto più che l'assistere ad un fenòmeno aspettato di cui si pensa conòscere pienamente le càuse, egli è ben altra cosa che l'èssere colpiti improvvisamente dall'apparizione d'un fènomeno inatteso, e di cui le càuse si crèdono tuttora sconosciute e misteriose. Questo èccita la nostra curiosità, questo solo può èssere fecondo d'importanti conseguenze. Io, per esempio, che fui così profondamente scosso da poche gibbosità le quali mi si presentàrono alla superficie di un pezzo di ghiaccio, non aveva per nulla fermata la mia attenzione sui fenòmeni dell'argento, alla produzione dei quali, stante la descrizione così pittoresca che ne aveva letta in Thénard (*), poteva quasi dire d'èssere stato presente: nè quella lettura esercitò la minima influenza sul progresso de' miei lavori, mentre era già cancellata dalla mente allorchè io vi diedi cominciamento. Della qual cosa io ripongo

(*) Vedi la Nota 3, pag. 28.

in ciò la ragione, che a fianco di quei fenòmeni trovài scritta una spiegazione che pienamente mi soddisfece, mentre al contrario il plutonio artificiale co' suoi cento problemi mi gettava continue provocazioni a tentarne la soluzione.

Articolo IX.

Consolidazione dei liquidi plutònici.

I liquidi plutònici non si consòlidano per strati concèntrici — Consolidazione dell'acqua plutònica — Possibilità di un lungo contatto senza ulteriori modificazioni fra la materia già solidificata e la materia ancora liquida — Intermittenze nella consolidazione dei liquidi che danno origine a corpi cristallini. — Azioni esercitate al contatto fra la materia già solidificata e la materia ancor liquida — Influenza dei sòlidi nei promuòvere la consolidazione.

43. I liquidi plutònici tèngono nel consolidarsi un modo affatto diverso da quelli che non sono plutònici o che non danno origine a corpi dotati di struttura cristallina. La cera, per es., liquido non plùtonico, si consòlida lentamente dall'esterno all'interno per mezzo di straterelli i quali colla loro successiva formazione fanno erèscere di mano in mano fino al punto più centrale lo spessore della crosta. Ciò non avviene pei liquidi plutònici. La loro consolidazione, invece di effettuarsi per strati concèntrici, si òpera per mezzo di una specie di rete che attraversa tutta la massa del liquido, e non è che col moltiplicarsi dei fili e col successivo rinserrarsi delle maglie, che tutto il liquido finisce per consolidarsi.

Un simil fatto non era sfuggito alle perspicaci osservazioni del Mitscherlich, il quale ne fece soggetto di

una memoria che tròvasi registràta negli atti dell' Accademia di Berlino nel *tomo degli anni* 1822-23 *a pag.* 40. Io non potèi procurarmi la detta memoria, e non riuscii ad averne cognizione fuorchè per mezzo del passo che tròvasi in nota tratto dall'opera di Bronn (6).

44. L'acqua per la sua trasparenza ci dà il mezzo di poter seguire coll' occhio tutto l' andamento della sua consolidazione. Essa a dir vero si consòlida in modi diversi a seconda del suo plutonismo più o meno pronunciato: noi descriveremo ciò che si osserva nella consolidazione dell'acqua piovana, la quale è sempre fortemente plutònica. I cristalli che pei primi appariscono, spùntano in vicinanza delle pareti, e si allùngano rapidamente in linea retta in modo da incontrarsi prontamente con quelli che si avànzano dall' opposta estremità. Vèdesi apertamente la punta del cristallo obbligare la molècola liquida contigua a consolidarsi, e questa si congiunge ad essa nella direzione dell' asse del cristallo: la molècola recentemente consolidata esèrcita la stessa azione sulla molècola ad essa contigua, e così la consolidazione si propaga di

(6) Mitscherlich deutet jedoch noch einen anderen Weg möglicher Gang-Bildung in erstarrenden Massen. Wenn nähmlich Wasser, flüssiger Schwefel u. s. w.; in einem Gefässe erstarren, so legen sie solche nicht regelmässig an die kalte Gefäss-Wände in konzentrischen Schichten von Aussen nach Innen; sondern wenn sich ein Kristall an die Wand abgesetzt hat, so verlängert er sich in der Richtung seiner Achse durch die ganze Masse, so dass er die entgegengesetzte Wand schon erreicht, während die ganze übrige Masse noch flüssig ist. Erkaltet diese aber endlich um den Kristall herum, so zeigt sie sich weniger kristallinisch als dieser. So könnten sich also Gänge grobkörnigen Granits in feinkörnigen gebildet haben.

BRONN. Pag. 90.

mano in mano sempre nella stessa direzione attraverso a tutta la massa liquida. Quando poi questi cristalli, il che spesso avviene, appariscono in moltitùdine disposti sopra un medèsimo piano in linee parallele, lo straterello liquido intercettato fra due cristalli pròssimi è obbligato a consolidarsi ed a saldarsi alle loro pareti, chiudèndone gl'interstizj; e così avviene che la consolidazione procede con bastante rapidità anche nel senso della larghezza; e assài di frequente si vèdono nell'acqua formarsi vere falde sòlide che l'attravèrsano in tutte le direzioni, e che incontràndosi fra loro, dividono lo spazio occupato dal liquido in varie càmere, le cui comunicazioni sono limitate a picciol nùmero di punti e qualche volta màncano interamente. Sulle pareti di queste càmere di ghiaccio ripètesi il fenòmeno che s'era dapprima prodotto sulle pareti del vase, e fòrmasi una serie di scompartimenti di secondo òrdine, sui quali svilùppansi i cristalli che formeranno il terz'òrdine di scompartimenti, e così di sèguito fino alla completa consolidazione di tutta la massa.

Quando gli aghi cristallini crèscono lateralmente, il fanno ramificàndosi a guisa delle piante; e poichè dove i rami s'incòntrano si sàldano insieme, ne viene che il complesso delle parti solidificate forma un avviluppato labirinto di fili, a cui non si potrebbe applicare nome più appropriato che quello di rete.

Le larghe falde che nel mezzo della rete s'incòntrano, e che fòrmano le pareti de' principali scompartimenti, dèvono la loro origine, come abbiam veduto di sopra, al saldarsi che fanno tra loro i numerosi aghi

sòlidi i quali spùntano in un medèsimo piano paralleli gli uni agli altri.

Questo modo di consolidarsi, seguito apertamente dall'acqua piovana, appartiene a tutti i liquidi plutònici, ed anzi pare che ne partècipino tutti quelli che danno origine a corpi di struttura cristallina, sia per virtù di un plutonismo inavvertito, sia per conseguenza del loro forte pseudo-plutonismo.

45. A spiegare come per lungo tempo e sovra estesissime superfici possa trovarsi a contatto la materia solidificata colla materia liquida da cui provenne, senza che quella òbblighi il liquido a solidificarsi, o questa fonda il sòlido completamente, ci è d'uopo ricòrrere alle considerazioni seguenti. Siccome per ciascuna sostanza pare che vi sia un limite alla picciolezza dei cristalli, e i liquidi sono pèssimi conduttori del calòrico, così assài facilmente si comprende che i cristalli dèvono persistere nel loro stato di solidità, quantunque sommersi in un liquido alquanto più caldo del punto di loro fusione, purchè lo straterello di questo ad essi contiguo non posseda tanto eccesso di calòrico, quanto è il *calòrico di stato* richiesto dai cristalli per fòndersi completamente.

46. Inoltre s'egli è vero come pare indubitàbile, che i mìnimi cristalli d'una data sostanza dèbbano, a somiglianza delle molècole integranti, presentare una grandezza inalteràbile e costante, ne seguirà che una gocciolina liquida destinata a convertirsi in un cristallo non potrà cominciare a consolidarsi finchè una sola delle

sue molècole sarà più calda che non è il grado della consolidazione; epperò dopo che un cristallo sarà formato, non si deporrà sovr'esso il cristallo contiguo se non che quando tutto il calòrico, che manteneva quella materia in istato di liquidità, non siasi dissipato; e siccome quest'operazione richiede tempo, così è evidente che fra la formazione di due cristalli successivi dovrà scòrrere un tempo determinato, ovvero che il successivo progresso della consolidazione si farà ad intervalli di tempo distinti e non con legge di continuità.

D'altronde poichè la grandezza de' minimi cristalli d'una data sostanza consèrvasi costante, e il calore va invece disperdèndosi sempre più lentamente quanto più limitate sono le comunicazioni del liquido verso l'esterno e quanto più è grossa la crosta sòlida che l'inviluppa, così gli accennati intervalli di tempo fra la deposizione di due cristalli successivi saranno più lunghi verso il fine della consolidazione che non verso il principio.

47. Questa è la teoria generale applicàbile a qualùnque liquido che dia origine a materia cristallizzata; ma pei liquidi plutònici dobbiamo aggiùngere, che la consolidazione non può più consideràrsi come la sèmplice conseguenza del raffreddamento del liquido, mentre essa in gran parte dipende da un'azione particolare la quale si esèrcita continuamente fra la porzione già solidificata e il liquido che vi è a contatto; azione che anch'essa è sotto la dipendenza di circostanze variàbili, quali sono la temperatura del liquido pròssimo a solidificarsi e la quantità di materie aeree ch'esso contiene.

Da ciò deriva che nella consolidazione de' liquidi plutònici non si deve tener conto soltanto della dispersione del calore, ma ben anche, e vorrèmmo dire maggiormente, delle azioni e reazioni che si esèrcitano fra la materia già solidificata e la materia ancora liquida; di modo che in questo caso la consolidazione veste le apparenze piuttosto d'un processo d'assimilazione che non d'un sèmplice congelamento.

48. Che veramente queste azioni di contatto esèrcitino una grande influenza a promòvere la consolidazione dei liquidi plutònici, possiamo trarne le prove da fatti comunissimi e già da lungo tempo conosciuti. Quante volte, per esempio, non persèvera l'acqua nel suo stato di liquidità, quantunque assài più fredda dell'ordinaria temperatura a cui si consòlida? In questo caso nulla giova meglio a provocare una ràpida consolidazione che il gettare nell'acqua qualche bricciola di ghiaccio: immediatamente la forza di contatto ridèstasi, e continua ad agire fino a che il liquido siasi completamente consolidato.

Se con materie sòlide d'altra natura si arriva frequentemente ad ottenere il medèsimo scopo, è naturale il pensare che ciò si debba ascrivere alla proprietà che queste hanno di esercitare sul liquido anàloghe azioni; epperò s'intende che la qualità della materia di cui il vase è composto deve èssere presa in considerazione, ogni qualvolta si tratti di determinare la minima temperatura a cui un dato liquido può discèndere senza che si consòlidi.

Riteniamo pertanto che alla consolidazione de' liquidi plutònici prende sempre una parte importante qualcuna delle forze di contatto o *catalitiche*, la cui natura si troverà presa in considerazione nell'articolo seguente.

Articolo X.

Forze catalitiche.

Gènesi delle forze — Origine delle forze chimiche — Origine delle forze catalitiche — Le forze catalitiche non sono da considerarsi come forze arcane — Alla consolidazione de' liquidi plutònici presiede sempre una forza catalitica.

49. Assài poco sappiamo sull'essenza delle forze; ma noi diciamo che una forza è conosciuta, allorchè si può assegnarne la provenienza e il modo con cui opererà. I flùidi imponderàbili, quando invàdono la materia pesante e con lei si congiùngono, o quando si svincolano da lei e l'abbandònano, prodùcono in essa un'infinita varietà di modificazioni, ad impedire le quali non si riesce fuorchè impiegando forze più o meno considerèvoli; il che significa che quella materia pesante è diventata la sede di forze altrettanto enèrgiche, quanto il sono quelle che noi dobbiamo impiegare onde annullarne gli effetti. Così, per esempio, l'acqua, che riempie interamente un vaso entro il quale è da ogni parte rinchiusa, riposa tranquilla e non esèrcita contro le pareti del vaso alcuna forza speciale. Nell'istante per altro in cui il calòrico arriva a penetrarla essa tende a gonfiarsi, mèttesi in azione onde raggiùngere lo scopo, e spiega, per vincere la resistenza del vaso che la imprigiona, una gagliardissima forza. Questa forza che

prima ivi non esisteva apparisce gigante tutto ad un tratto, e l'origine sua è manifestamente dovuta alla combinazione dell'acqua, materia pesante, con un flùido imponderàbile che in questo caso è il calòrico.

Il flùido elèttrico, operando sul ferro dolce, sveglia in esso la forza magnètica, e lo rende capace di sollevare enormi pesi; e tal forza istantaneamente si estingue, tosto che il flùido elèttrico cessa di agire sul ferro.

Passando in rivista le diverse forze di cui si ha cognizione incòntransi infiniti esempj nei quali le stesse sono manifestamente generate dal commercio di un flùido imponderàbile colla materia pesante; e non si può citare un solo caso che escluda in un modo assoluto questo gènere di provenienza.

Intanto è un fatto indubitàbile che ad ogni squilibrio o movimento de' flùidi imponderàbili in seno alla materia pesante si dèstano in questa nuove forze di cui prima non esisteva alcuna traccia, e poichè è sommamente improbàbile che la produzione delle forze possa effettuarsi in varj modi diversi, così saremmo tentati di estèndere all'universalità dei casi quanto riesce evidente nella maggior parte di essi, e assùmere come generale il principio che *le forze sono sempre generate dal commercio de' flùidi imponderàbili colla materia pesante.*

Dimostreremo a suo luogo che le forze muscolari non pòssono avere altra origine; intanto esamineremo la quistione relativamente alle forze chìmiche.

50. Perchè le forze chimiche èntrino in azione è sempre necessario il contatto di due o più corpi; però

tutti i cultori della chimica ammèttono senza contrasto, che la càusa la quale risveglia le azioni chimiche non è da ricercarsi nel sèmplice inerte ravvicinamento dei corpi posti a contatto. Il contatto è una condizione indispensàbile, è un mezzo pel quale i processi chimici divèntano possibili, ma la càusa attiva che li risveglia è riposta in altra cosa.

Quando noi vediamo star lungo tempo in presenza l'uno dell'altro i corpi destinati alle chimiche azioni, ma queste non risvegliarsi se non che quando il miscuglio viene portato ad una data temperatura, od è percosso da un raggio di luce, od è attraversato da una corrente elèttrica, noi siamo naturalmente tratti ad attribuire la càusa attiva di quei processi all'intervento del calòrico, della luce, o dell'elèttrico; ed ammettiamo senz'altro che quelle forze chimiche si siano destate pel commercio di un flùido imponderàbile colla materia pesante.

Ciò è quanto si verifica nella maggior parte dei casi.

Ora quei pochi casi nei quali al sèmplice contatto di due sostanze vediamo le azioni chimiche risvegliarsi indipendentemente da un manifesto intervento di qualche flùido imponderàbile, crederemo noi che costituiscano una vera eccezione? Crederemo noi che, non cadendo manifestamente sotto i sensi la necessità del flùido imponderàbile, quella necessità non esista ugualmente? Un paragone servirà a rischiarar meglio la cosa.

Vedendo funzionare una màcchina a vapore, noi sappiamo che chi impartisce all'acqua la forza è il calòrico che l'investe passando attraverso alle pareti

della caldaja; epperò, se la màcchina invece che di acqua fosse caricata con ètere cloridrico, vedèndola noi funzionare senza bisogno di fuoco, ne potremmo forse conclùdere che in questo caso la forza si è destata senza il concorso del calòrico, ma soltanto pel contatto dell'ètere colle pareti della caldaja?

L'analogia fra le due quistioni è manifesta ed abbiamo lo stesso diritto di rispòndere di nò così nell'un caso come nell'altro, e quindi si potrà ritenere che le forze chìmiche nelle materie poste a contatto siano sempre destate dall'intervento di qualche flùido imponderàbile anche in quei pochìssimi casi nei quali la necessità della sua presenza non si fa apertamente sentire. E tanto più siamo tratti verso questa opinione allorquando consideriamo che anche nei casi accennati non màncano mai di manifestarsi squilibrii di temperatura e di elettricità per tutto il tempo in cui dùrano le chìmiche azioni.

Pare pertanto che il contatto di due corpi non debba destare alcuna azione chimica fra di loro, se non che quando uno di essi serva di mezzo per versare in seno all'altro una data quantità di un qualche flùido imponderàbile, alla di cui presenza deve la sua origine la forza che tende a modificare lo stato chimico dei due corpi posti a contatto.

51. Ma se le cose procèdono realmente così, dovrebbe frequentemente accadere, che dei due corpi posti a contatto uno solo soffrisse qualche modificazione in virtù del flùido imponderàbile che l'altro continuamente

gli abbandona o gli sottràe, facendo quest'ùltimo soltanto l'ufficio di conduttore senza menomamente alterarsi nella sua chimica costituzione.

Ora, pare, che ciò appunto si verifichi laddove travàgliano quelle forze che diconsi *forze di contatto* o *catalitiche*.

Sono conosciute sotto il nome di *catalitiche* tutte quelle forze che svegliàndosi al contatto di due corpi non prodùcono alcuna modificazione permanente che sopra un solo di essi.

Allorchè il gas tonante viene a contatto del plàtino spugnoso è obbligato a condensarsi per modo che tosto si accende e convèrtesi in acqua: il plàtino che pròvoca quest'azione non soffre la più piccola alterazione. Lo spìrito di vino posto a contatto dell'àcido solfòrico si converte in ètere solfòrico, però l'àcido non resta per nulla alterato.

Se volèssimo diffònderci su questo argomento, potremmo facilmente presentare un copioso catàlogo di effetti chimici simili ai due citati prodotti da forze catalitiche; ma per noi basta l'aver potuto far comprèndere chiaramente qual'è il concetto che ci siamo formati delle forze catalitiche le quali d'altronde si tròvano assài di frequente in azione a produrre oltre i fenòmeni chimici anche varj fenòmeni fisici o fisiològici.

È noto, per esempio, che quando l'acqua è pròssima a bollire, se gittasi nella pèntola che la contiene un corpo munito di punte o di asperità, si rende più pronta e più fàcile l'ebollizione, e questa comincia di

sòlito ad apparire laddove l'acqua tròvasi a contatto col corpo accennato. Ecco una forza catalìtica la quale interviene a promuòvere l'ebollizione e quindi a produrre un fenòmeno fisico.

Le foglie della *sensitiva* si chiùdono tosto che vèngano tocche da un corpo qualunque il quale mentre produce un simil fenòmeno fisiològico non soffre la più piccola alterazione. Del resto la màssima parte delle sensazioni destate in noi dalla presenza dei corpi esterni sono manifestamente da considerarsi come l'effetto di forze catalitiche.

Vèdesi per le cose dette quanto sia frequente e comune il caso d'incontrare fenòmeni, siano dessi chìmici, fisici o fisiològici, i quali sono manifestamente da considerarsi come l'effetto di forze catalitiche.

52. È inoltre a notarsi che queste forze catalitiche non hanno una natura più misteriosa, o un modo di procèdere più oscuro di quello che appartenga a qualunque altro gènere di forze.

Le forze chìmiche, per esempio, non dèvono crèdersi meno oscure delle forze catalitiche, mentre per esse la spiegazione più naturale consiste nel considerarle come casi di forze catalitiche doppie. Le forze catalitiche pertanto sarèbbero l'elemento delle forze chìmiche, e la cognizione di queste sarebbe dipendente dalla cognizione di quelle.

Inoltre vediamo in alcuni casi le forze catalitiche operare affatto scopertamente; e se in altri casi ci presèntano ancora qualche cosa di non ben determinato, ciò

dipende unicamente dall'èssere fino al presente affatto incomplete le nostre cognizioni sul nùmero e la natura degli imponderàbili che pòssono mètterle in giuoco.

Queste considerazioni dovrèbbero bastare a persuaderci che le forze catalitiche non hanno in sè medèsime nulla di essenzialmente misterioso e inesplicàbile, nulla che ci costringa a rilegarle nel nòvero di quelle che a somiglianza delle forze vitali si riputàvano eccèdere i confini segnati alle scientifiche investigazioni. Ripeteremo che delle forze catalitiche molte sono conosciute, e le altre si verranno di mano in mano a conòscere coi progressi che faranno le scienze fisiche nello studio dei flùidi imponderàbili.

53. Egli è evidente che a governare la consolidazione de' plutonj prende parte una forza catalitica, la quale si esèrcita al contatto fra la porzione ancor liquida e la porzione di essi già consolidata; ma da ciò non deriva che noi dobbiam crèdere come affatto inesplicàbile il fenòmeno di simili consolidazioni; chè anzi nel nostro attual lavoro intendiamo preparare molti materiali per la completa risoluzione di questo problema, raccogliendo in un sol quadro e svolgendo sotto gli occhi de' nostri lettori la descrizione dei varj modi seguiti nel consolidarsi da molti diversi plutonj.

Intanto passeremo a toccare qualcuna delle generalità più interessanti presentàteci dalle forze plutòniche e cercheremo nel tempo istesso di mèttere in chiaro l'importanza de' plutonj, parèndoci che fino ad ora non sia stata bastantemente avvertita.

Articolo XI.

Forze plutòniche ed importanza scientifica dei plutonii.

Le forze plutòniche sono forze composte — Le esalazioni continuate di materie gasose fanno spesso conòscere la presenza di un liquido plutònico in azione — Alcune proprietà del plutonio artificiale — Per mezzo del plutonio artificiale la geologia potè perfezionare le sue teorie ed arricchirsi di nuovi fatti — Criterj per riconòscere se i fenòmeni geològici naturali provènnero da càuse idèntiche a quelle che prodùcono gli anàloghi fenòmeni sperimentali — Servigi che il plutonio artificiale è destinato a rèndere alla geologia ed alla fisiologia.

54. I plutonj, sostanze comunissime, molecolari accoppiamenti dei lìquidi coi gas, presèntano nel loro modo di comportarsi una singolarità sulla quale è conveniente che fermiamo alquanto la nostra attenzione. È loro proprietà fondamentale, che nel consolidarsi una porzione del gas che contèngono venga assorbita, e l'altra porzione sia resa libera (*V. n.*° 35).

Siccome poi la solidificazione non si compie istantaneamente in tutta la massa, così la parte che persiste nello stato di liquidità mòstrasi agitata da continui movimenti, sia perchè si rigonfia in virtù delle materie aeree diventate libere, sia perchè si restringe in virtù delle materie aeree solidificate. Pertanto la forza meccànica che governa questi movimenti viene evidentemente prodotta dalla forza chimica che si desta all'atto della consolidazione fra le molècole gasose e lìquide, e quelle del nuovo sòlido. E poichè la consolidazione si effettua per l'azione di uua forza catalitica, la quale in molti

casi proviene da un movimento di calòrico, e può generalmente considerarsi come una forza fisica; così troviamo che nei plutonj una forza fisica dà origine ad una forza chimica, e da questa trae nascimento quella forza meccànica la quale pone il liquido in movimento. Considerando poi che queste tre forze d'indole diversa, eppure sì strettamente congiunte, altèrnano senza interruzione le azioni loro, e reagendo continuamente l'una sull'altra le intrècciano, e le avvilùppano in una rete inestricàbile, non sarà fuor di propòsito il dire che la *forza plutònica*, rappresentante delle azioni complessive di queste tre forze, ci fornisce il primo esempio finora ben constatato di una vera *forza composta*. Ed è perciò che gli effetti fisici, chimici o meccànici delle forze plutòniche non si tròvano concordi a quelli che siamo sòliti ottenere dall'azione isolata di forze puramente fisiche o chimiche o puramente meccàniche; ed è pure in conseguenza di ciò che, come abbiamo già veduto, esiste una così notàbile differenza tra il modo di consolidarsi dei liquidi plutònici ed il congelamento dei liquidi non plutònici.

55. Dove travaglia un liquido plutònico avviene in generale che abbondanti esalazioni di gas o di vapori si scàrichino dalla sua superficie: queste ci forniscono un indizio prezioso per riconòscere il plutonismo del liquido, e molte volte ci rivèlano l'esistenza d'un liquido plutònico anche allorquando le sue azioni si còmpiono celatamente sotto inviluppi di materie già solidificate.

56. Il plutonio artificiale può servire a varj esperimenti successivi; però dall'uno all'altro la sua attività

plutònica s'affievolisce, e i fenòmeni che successivamente presenta sono alquanto diversi. Quello che servì alla maggior parte de' miei esperimenti è costituito da materie comunissime e di poco prezzo, fòndesi a temperatura moderata, e colla solidificazione aumenta più che d'un sesto il proprio volume.

57. Fu questo plutonio che valse a mèttere in chiaro l'origine comune di tutti i fenòmeni geològici plutònici e vulcànici. Davanti ai fatti ch'esso presenta sono destinate a cadere tutte le varie ipòtesi più o meno ingegnose ch'èransi immaginate per dar spiegazione dei diversi fenòmeni nei diversi casi speciali; e vedrassi nella geologia l'òrdine e la chiarezza subentrare all'oscurità ed alle antiche complicazioni.

Cadendo i fenòmeni geològici artificiali fra i limiti di quelli che si pòssono accuratamente esaminare e studiare, non fu difficile per ciascuno di essi il rinvenire la giusta spiegazione. L'osservazione degli anàloghi fenòmeni naturali, la quale non si può eseguire che incompletamente, a stento, ed a lunghi intervalli (*V. Art. II*), avrebbe potuto appena lasciarci travedere quel vastissimo campo che a noi fu possìbile il percòrrere interamente coi mezzi sperimentali.

58. Ne' fenòmeni plutònici artificiali ei si presèntano spesso alcune particolari disposizioni della materia solidificata, le quali non avrèbbero potuto verificarsi fuorchè in conseguenza di un processo interamente individuato. Tali caratterìstiche disposizioni di materia sono testimonianze irrecusàbili che quel processo ebbe luogo.

Ora se noi esamineremo le rocce terrestri, esse ci forniranno tal copia di simili testimonianze, che ne potremo dedurre la prova la più completa: *èssere stati i processi geològici naturali affatto idèntici ai nostri processi sperimentali.*

I monumenti geològici, quando fòssero con giusto òrdine distribuiti, ammetterèbbero un'assài fàcile interpretazione; ma gettati, come essi sono, alla rinfusa su tutta la superficie della terra, formàno un labirinto entro il quale è quasi impossibile riconòscere la via senza un filo d'Arianna che ce la insegni; ed il plutonio fece appunto l'ufficio del filo. Così le esperienze appianàrono la via alle osservazioni geològiche, e queste rispòsero confermando e completando i risultati delle esperienze.

Siccome poi imparata la via il filo diventa superfluo, così ci sarà spesso possìbile il dare spiegazione completa di varj fenòmeni geològici senza fare alcun cenno del plutonio: dovremo però ricordarci che siamo a lui debitori se quelle spiegazioni potèrono esser trovate.

59. Il plutonio pertanto dapprima ci palesò le càuse dei fenòmeni geològici; poi c'insegnò il modo di darne ragione senza ricòrrere a lui; richiamò la nostra attenzione sovra fatti importanti ch'èrano sempre passati inavvertiti; ci fece indovinar fenòmeni terrestri dei quali non avevamo prima cognizione, e non limitò i suoi servigi entro i confini della geologìa, mentre, come si vedrà trascorrendo il presente volume, anche alla soluzione di varj difficili ed oscuri problemi di fisiologìa portò luce inaspettata e preziosi soccorsi.

Articolo XII.

Plutonismo del lìquido terrestre primitivo.

Probàbile provenienza del lìquido terrestre — Gas che scaturiscono dalle spaccature della terra — Rocce modificate pei gas sviluppàtisi nella formazione di rocce cristalline — Struttura delle rocce d'origine ignea — Gas emanato nella consolidazione di basalto liquefatto — Fenòmeni geològici già da lungo tempo attribuiti a sviluppo di gas — Il lìquido terrestre appartiene alla famiglia dei liquidi plutònici.

60. Se noi ammettiamo l'ipòtesi di Guglielmo Herschel e di Laplace circa la provenienza della terra da un anello di atmosfera solare condensata: ipòtesi, cui tutti i fatti astronòmici tèndono a confermare, e contro la quale non si potè muòvere finora alcuna fondata obbiezione, dovremo ammèttere in pari tempo, che mentre l'antica materia aerea condensàndosi convertivasi parzialmente in materia lìquida, quest'ùltima dovesse trovarsi imbevuta, a norma delle sue affinità, di tutte quelle materie gasose che ancora persistèvano in tale stato di fisica costituzione. Ciò fornirebbe una prova *a priori* della necessaria natura plutònica del lìquido terrestre primitivo. Ma poichè il plutonismo del lìquido terrestre può èssere materialmente provato con moltissimi fatti, così a tògliere ogni dubbio sulla quistione passeremo a toccarne alcuni fra i principali.

61. I torrenti di gas che èscono continuamente dalle spaccature della terra, dalle acque termali e specialmente dalla bocca dei vulcani, non scaturirèbbero per

avventura dal seno di un liquido plutònico il quale fosse tuttavia in azione?

62. Altre prove del plutonismo del liquido terrestre ci vèngono fornite dall' esame delle rocce, sia avuto riguardo alla loro struttura, sia alle modificazioni a cui andàrono soggette.

È comunemente ammesso, che molte rocce d'origine netùnnica sovrastanti a rocce plutòniche hanno cambiato natura per èssere state completamente penetrate dalle materie aeree che quest' ùltime abbandonàrono nell'atto della loro consolidazione.

63. Inoltre la struttura di tutte le rocce plutòniche è cristallina, e perciò si può dire che anche le rocce le più compatte rèndono testimonianza del plutonismo del liquido da cui provènnero; quanto alle rocce porose la prova ch'esse ce ne forniscono è così sensibile e materiale, da non richièdersi altro a persuadèrcene oltre alla sèmplice ispezione. Il nùmero di tali rocce è sommamente grande, ed è così enorme la quantità di bolle e di vacui da cui sono attraversate, che bene spesso, come osserva Leonhard, « le pietre acquistano l'apparenza di vere spu-
» gne, le cavità sono addossate le une alle altre, e tra
» loro la sostanza della roccia forma in quantità propor-
» zionatamente piccola sottilissime pareti (7) ».

(7) In nicht seltenen Fällen ist die Häufigkeit der Blasenräume so gross, dass Gesteine dadurch ein wahrhaft Schwamm-ähnliches Ansehen erlangen; es erscheint Höhlung an Höhlung gedrängt, und zwischen diesen die Gebirgsmassen-Substanz nur in verhältnissmässig geringer Menge höchst dünne Wände bildend.

LEONHARD. T. II, Lez. 5, pag. 10.

64. Finalmente a rèndere completa la dimostrazione mi riporterò al fatto osservato da Bischof, e da lui descritto a *pag.* 444 della sua *Teorìa del calore*, dal quale risulta che anche attualmente il liquido proveniente dalla fusione di qualche frammento di rocce terrestri spande consolidàndosi gran copia di materie gasose. Il suo esperimento venne praticato sovra basalto liquefatto, il gas che si sviluppò venne da lui giudicato *idrògeno bicarbonato* (gas olio-facente), e pare ch'ei non potesse rèndersi ragione della sua provenienza. Riporto in nota le parole di Bronn da cui ebbi cognizione del fatto accennato (*).

65. Questa proprietà dell'antico liquido terrestre di contenere sostanze aeree, e di appartenere per conseguenza alla categoria de' liquidi plutònici è talmente manifesta, che non v'è libro di geologia ove non se ne faccia qualche menzione: anzi in alcuno di essi tròvasi perfino segnalato questo sviluppo di gas dal liquido terrestre come una delle càuse che prodùssero rigonfiamenti nel liquido, sollevazioni del medèsimo attraverso spaccature della crosta sòlida, e quindi formazione d'ineguaglianze sulla superficie della terra: tutti poi concòrdano nell'attribuire alla detta cagione, almeno nella maggior

(*) Bischof sah aus der erstarrenden Oberfläche geschmolzenen Basaltes eine Viertelstunde lang ein Gaz, erst Blasen werfend, dann wie aus einem Erhebungs-Krater und nachher aus dessen Seiten hervordringen, welches ihm ölerzeugendes Gas zu seyn schien, über dessen Ursprung er sich aber keine Rechenschaft zu geben wusste.

Bronn. Pag. 87.

parte dei casi, la formazione delle grotte, delle caverne e dei forni a cristallo. Il paragrafo 48.° dell'òpera già citata di Bronn è interamente consacrato all'esposizione di tal verità (9).

Questo sviluppo di gas, già preso in considerazione fra le molte càuse a cui si attribuivano i fenòmeni geològici, non ne è soltanto la càusa principale, ma bensì la càusa pressochè esclusiva, come si dimostrerà in progresso. Un po' più d'importanza che i geòlogi avèssero attribuito allo sviluppo dei gas, ed anche senza il soccorso di appòsiti esperimenti, sarèbbero stati condotti alla spiegazione di numerosi fenòmeni geològici tuttora oscuri.

66. Dalle cose dette chiaro apparisce che il liquido terrestre primitivo doveva èssere assài ricco di materie aeree, il che basterebbe quasi senz'altro per indurci a collocarlo nella categoria dei liquidi plutònici; ma se

(9) Wurden solche Gas-Massen aber von der erstarrenden Erd-Rinde selbst eingeschlossen, so blieben sie nicht nur in der Erd-Rinde festgehalten, sondern sie gaben dann auch Veranlassung zur Bildung ursprünglicher Höhlen, dergleichen man grössere und kleinere im Granite u. s. w. findet. Mit der Abkühlung des Gesteins kühlte sich auch das Gas ab, erfüllte mithin nur noch einen kleinen Theil der Höhle und veranlasste die in der Nähe befindlichen luftartigen wie tropfbaren Flüssigkeiten in diesen luftverdünnten Raum nachzudringen und einzusickern und in ihnen etwa aufgelöst enthaltene Mineralstoffe in langsamer unbeschränkter und desshalb sehr vollendeter Kristallisation abzusetzen (Kristall-Höhlen).

Diese ist zweifelsohne auch die Entstehungs-Weise der Blasen-Räume und Kristall-Drusen älterer Felsarten wie jüngerer und vulcanischen Gesteine (Berzelius), nur dass in letzten die Luft erst auf dem Wege des Ausflusses aufgenommen worden seyn dürfte.

BRONN. Pag 88

anche ci mancasse la conoscenza di tutti i fatti ora accennati, la necessità del plutonismo del liquido terrestre si potrebbe legittimamente desùmere dalla perfetta somiglianza che esiste tra i fenòmeni geològici naturali e quelli che si ottèngono sperimentalmente col mezzo del plutonio artificiale. La conclusione si è che il plutonismo del liquido terrestre si può oramài considerare come un fatto dimostrato.



MONTAGNE

PARTE I.



PARTE I.

MONTAGNE

67. Questa prima parte prenderà a considerare due òrdini di fenòmeni affatto diversi.

1.° Quei fenòmeni geològici che, a distinguerli dai fenòmeni vulcànici, sono già da lungo tempo conosciuti sotto il nome di fenòmeni geològici plutònici.

2.° Fenòmeni fisiològici.

Credèvasi fino al presente che tra la geologia e la fisiologia esistèssero barriere insormontàbili; ma questo nostro lavoro farà invece conòscere ch' esse sono fra loro legate con vincoli indissolùbili, e che il plutonismo dovrà èssere considerato come l'anello che le congiunge.

Delle due sezioni in cui intendiamo divìdere questa prima parte, l' una tratterà del *plutonio considerato come agente dei fenòmeni geològici plutònici*, e l'altra si occuperà del *plutonio considerato come agente dei fenòmeni fisiològici.*

SEZIONE PRIMA

PLUTONIO CONSIDERATO COME AGENTE DEI FENÒMENI GEOLÒGICI PLUTÒNICI.

68. Il plutonio terrestre produsse fenòmeni geològici assài diversi, secondochè trovàvasi libero nelle sue azioni senza che alcuna materia estranea pesasse sovr'esso e il comprimesse, o secondo che era obbligato nel suo lavoro a lottare contro resistenze più o meno grandi prodotte dalla presenza di materie estranee a lui sovrapposte. Noi pertanto divideremo questa sezione in due capi, ciascuno de' quali conterrà diversi articoli. Al primo capo apparterranno *tutti quei fenòmeni che sono prodotti dal plutonio a superficie libera,* all'altro *quelli che sono prodotti dal plutonio a superficie coperta.*

CAPO PRIMO

PLUTONIO A SUPERFICIE LIBERA



Articolo I.

Da che dipende il nùmero e la disposizione delle singole montagne in una catena di monti.

Espansione dei liquidi plutònici — Prominenza ùnica — Prominenze moltiplici — Rapporto tra la forma del liquido plutònico e la disposizione e il nùmero delle prominenze — Regolare disposizione delle valli.

69. Quando un liquido plutònico è assài ricco di materie aeree, avviene che, convertito in sòlido, possiede un volume più grande di prima. Ora consolidata la superficie tròvasi il plutonio rinchiuso entro confini che certamente dovrà superare quando si consoliderà. È chiaro pertanto che quella prima pellicola sòlida dovrà èssere sollevata o spezzata, e che la materia sottoposta dovrà farsi strada attraverso ad una o più aperture e accumularsi al di fuori. Ma poichè l'aumento di volume nel liquido comincia immediatamente colla consolidazione delle prime molècole dello stesso, avviene che la forza

espansiva mette in movimento la massa liquida nell'atto medèsimo in cui la prima crosta sòlida superficiale si va formando, e la materia vèdesi fluire da una o più aperture che non èbbero nemmeno il tempo di chiùdersi. La crosta dapprincipio è sottile e dèbole, ma è del pari piccolo il càrico di cui è gravata: procedendo più avanti la consolidazione, la crosta diventa più grossa e più vigorosa, e del pari diventa più considerèvole la quantità di materia sporgente sopra di lei.

70. Il nùmero e la disposizione delle aperture sono due fenòmeni che dipèndono in pari tempo e dall'attività plutònica del lìquido e dalla forma del vase in cui questo è contenuto. Adoperando l'ordinario plutonio artificiale si trova che in un vaso emisfèrico esso dà origine ad una prominenza che comùnica coll'interno per mezzo d'una sola apertura collocata nel centro; il contorno della base è circolare, la prominenza elèvasi in forma di cono.

71. Diminuendo gradatamente l'altezza del lìquido a cui si mantèngano inalterate le dimensioni di larghezza e lunghezza, la prominenza consèrvasi per qualche tempo ùnica, e scaturisce da una sola apertura; ma verso la cima dividesi in varie punte delle quali il nùmero e le distanze vanno crescendo col progressivo diminuire dell'altezza del liquido, cosicchè non si tarda a vederle rimaner fra loro distinte e separate fino alla base, e convertirsi in altrettante prominenze uscenti da diverse aperture.

72. Se il liquido è contenuto in un vase assài lungo e bastantemente alto ma di poca larghezza eleverassi

nel mezzo della superficie un'ùnica prominenza a base lunghissima e poco larga, base che sotto dimensioni più limitate riprodurrà presso a poco la forma della superficie del liquido, seguèndola nelle sue risvolte e nelle sue diverse piegature (10). Anche in questo caso col diminuir dell'altezza del liquido moltiplicherànnosi le cime della prominenza, e queste appariranno allineate parallelamente all'asse maggiore della superficie, aprèndosi fra l'una e l'altra gli avallamenti nella direzione ad esso perpendicolare. Diminuendo l'altezza maggiormente, le cime moltiplici di quell'ùnica prominenza si convèrtono in altrettante prominenze distinte, però allineate e disposte nel medèsimo modo.

Se la superficie del vase sarà quadrata, tale sarà del pari la base della prominenza, od il contorno entro il quale sorgeranno le moltiplici prominenze nel caso di piccola altezza del lìquido: le cime troverànnosi egualmente allineate nelle due direzioni perpendicolari, e così anche le valli si apriranno secondo due direzioni perpendicolari fra loro. E da ciò s'intende come le cose procederanno per un'altra figura qualunque.

(10) . . . . . . *le rivage de la mer du Sud qui court du Sud au Nord jusqu'au 18.me degré de latitude australe, change brusquement de direction entre la Valle de Arica et le Morso de Juan Diaz, et court vers le nord-est. Ce changement de direction s'étend même à la chaine des Andes partagée en cette direction en deux branches parallèles; il affecte non seulement la branche maritime, mais encore la Cordillère òrientale qui a été le siège de la plus ancienne civilisation indigène de l'Amerique, et l'inflexion se trouve là où la petite mer alpestre de Titicaca baigne les pieds des deux montagnes colossales l'Illimani et le Sorata.*

Cosmos. Pag. 243.

Dietro i principj ora esposti è fàcile il formarsi la giusta idèa della configurazione generale di una catena di prominenze, quando si conosca in prevenzione la conformazione del liquido dal quale la catena deve sòrgere; e viceversa, conoscèndosi la configurazione d'una catena di prominenze, sarà possibile il desùmerne qual'era la forma del liquido da cui trasse l'origine.

73. Queste semplicissime considerazioni sono già bastèvoli a rènderci ragione tra gli altri fatti di quello della regolare distribuzione delle valli nelle catene di monti: fatto che appariva tanto più singolare quanto più era misterioso (11). Inoltre ci mèttono in grado di valutare separatamente l'influenza esercitata dalle tre dimensioni delle masse plutòniche sulla conformazione delle catene di monti che da esse uscirono. Infatti noi sappiamo che il terreno ricoperto da una catena di monti ha dimensioni proporzionali a quelle della superficie occupata dalla massa plutònica corrispondente, e che lo spessore di questa vale a rèndere più unite le singole montagne, e quindi a diminuire il nùmero delle valli e a fàr si che raggiùngano un'elevazione maggiore. Che se le montagne

(11) Considerate in una catena, le valli sono come gli anelli, perpendicolari alla direzione generale, e diconsi *valli trasversali*, perchè esse tàgliano le catene di traverso. In queste valli sbòccano perpendicolarmente le *vallette* (vallons), che sèparano le diramazioni di ciascun ramo e così in queste vallette sbòccano le *gole*, che sèparano le suddivisioni. I grandi spazj situati fra due catene, diconsi frequentemente *valli longitudinali*, ed è in esse che sbòccano, presso a poco ad àngolo retto, le valli trasversali che si tròvano da ambe le parti.

Beudant. Par. 14, pag. 19.

sòrgono a sciami, e tròvansi distribuite in catena, ciò si deve alla poca profondità delle masse plutòniche; mentre in caso diverso, come ci viene insegnato dagli esperimenti sovra esposti, tutta la materia che ora è dispersa lungo l'intera catena avrebbe dovuto accumularsi in una sola montagna di smisurata estensione.

74. Più avanti diremo ben anche qualche parola sull'influenza esercitata dagli àngoli e da tutte le altre càuse che, obbligando il liquido a consolidarsi in alcuni punti più rapidamente che altrove, prodùcono dislocamenti nella distribuzione delle prominenze, e ne fanno sòrgere alcune qua e là isolate, od anche intere catene, laddove, procedendo le cose regolarmente, la superficie avrebbe dovuto restar piana ed orizzontale.

Articolo II.

Nozioni generali circa il tempo impiegato dalle montagne a formarsi.

Importanza geològica delle leggi che govèrnano la consolidazione de' liquidi plutònici — Principio da cui bisogna partire per valutare il tempo impiegato dalle montagne a formarsi — Esempio tratto dal plutonio artificiale — Come si può determinare il volume totale d'una massa plutònica — Il volume delle masse plutòniche è generalmente grandissimo — Il tempo impiegato dalle montagne a formarsi deve èssere stato assài lungo.

75. Siccome la formazione d'una montagna è la conseguenza dell'espansione generata nel liquido dallo svolgimento di un gas che ha luogo nell'atto della sua consolidazione, e siccome la quantità di gas sviluppàntesi

è sempre proporzionale alla quantità di lìquido che va di mano in mano consolidàndosi, così è chiaro che tutti quanti i fenòmeni della formazione dei monti troveranno la loro completa spiegazione nelle leggi che govèrnano la consolidazione de' liquidi plutònici. Se queste leggi ci fòssero perfettamente note, data la forma del lìquido plutònico, si potrebbe descrivere in anticipazione con esattezza matemàtica la forma della prominenza che ne sorgerà, e viceversa di tutti i fenòmeni presentàtici da una montagna già formata si troverebbe la ragione nella forma del lìquido che la produsse. La scoperta di tali leggi sarebbe per le montagne della nostra terra ciò che fu pei pianeti erranti nel cielo la scoperta delle leggi della gravitazione: non solo si potrebbe rèndere ragione di tutti i fenòmeni accaduti, ma ben anche segnare i lìmiti dei fenòmeni possìbili, e prevedere quelli che avranno compimento ne' tempi futuri. Di queste leggi poco ancor si conosce; pure, dove si è potuto alzare un lembo del velo misterioso che le ricopre, vidési uscirne luce sfolgoreggiante.

76. Intanto fin d'ora ci è fàcile il comprèndere che la formazione d'una montagna non può còmpiersi nè istantaneamente nè in breve tempo: essa deve durare tutto quel tempo che dalla massa liquida generatrice viene impiegato a consolidarsi; ed è conosciuto, per osservazioni fatte sulle lave dei vulcani e per la teorìa della dispersione del calore, che il tempo impiegato dai lìquidi a consolidarsi va smisuratamente crescendo col crèscere delle masse. La lava, per esempio, dove ha

poche linee di spessore si suol consolidare in qualche minuto, ma dove è alta alcuni piedi tròvasi ancora liquida verso il centro dopo varj mesi dall'època dell'eruzione (12). Quanto tempo adunque avrà dovuto scòrrere affinchè si consolidasse l'immensa massa di lìquido che diede origine al Monte Bianco o al Chimboraco? E se lo sapèssimo calcolare non avremmo per risultato che una piccola frazione di quel tempo che noi andiamo cercando; imperciocchè questo non è già rappresentato dal tempo che impiegò a consolidarsi il solo liquido della montagna, ma bensì da quello che fu necessario al consolidamento dell'enorme quantità di liquido che giaceva nascosta nel seno della terra, e di cui la montagna colle sue forme colossali non fu che una sèmplice escrescenza.

77. Ricorrendo agli esperimenti che si pòssono praticare col plutonio artificiale, noi troviamo, per esempio, che impiegàndone tre libbre (13) si ottiene una prominenza

(12) Die Langsamkeit mit der sich die Lava abkühlt ist nicht minder bemerkenswerth als die mit der sie bewegt. Wird auch die Oberfläche schnell kühl und fest, so ist dieses noch nicht mit dem Innern des Lavastroms der Fall; hier concentrirt sich die Hitze und behält sie Jahre lang. Man kennt Ströme, die noch zehn Jahre nach dem Ausbruch flossen, und am Etna hat man Laven beobachtet, die zwanzig Jahre nach der Eruption noch rauchten. Das grösste Beispiel aber vom langen Zurückhalten der innern Hitze mag wol am Jorullo wahrgenommen worden seyn. Die ungeheure, im Innern stellenweise bis über 480 Fuss mächtige Lavamasse, welche diesen Berg umgiebt, rauchte noch fünf und vierzig Jahre nach ihrem Auswerfen als Alexander von Humboldt sie 1804 besuchte; die Hitze welche diese vier Quadratmeilen bedeckende Lavamasse aushauchte, war so gross gewesen, dass mehrere Jahre lang nach beendeten Ausbruch die benachbarten Ebenen dadurch unbewohnbar wurden.

BERGHAUS. T. II, Cap. 45, pag. 596.

(13) La libbra piccola di 12 once vale chilogrammi 0, 3268.

del peso di circa sei once. Ora questa prominenza a formarsi non consuma soltanto il tempo necessario perchè sei once di plutonio configurato in quel modo pòssano consolidarsi; ma impiega invece poco meno d'un quarto d'ora che è il tempo richiesto alla consolidazione della totalità delle tre libbre. Nel caso adunque di questo plutonio il volume totale del liquido da prèndersi in considerazione si ottiene moltiplicando per sei il volume della prominenza; ma nel caso d'una vera montagna terrestre qual sarà il nùmero per cui si dovrà moltiplicare il suo volume onde ottenere il volume totale della materia che ha concorso alla sua formazione?

78. Tal nùmero si potrebbe facilmente determinare quando fosse conosciuto il peso specifico della roccia costituente la montagna e quello del liquido che si ottiene mediante la sua fusione. Nel procèdere a queste operazioni bisognerà aver riguardo di spogliare anticipatamente la roccia dall'umidità che contiene, al che si riesce tenèndola per qualche tempo esposta ad un'alta temperatura, e poi aver cura che la sua porosità non venga alterata, come succederebbe se si riducesse in pòlvere o se si permettesse a qualche liquido d'insinuarsi nell'interno al di sotto della sua superficie.

Determinati con queste cautele i pesi specifici del sòlido e del liquido corrispondente, e detto r il loro rapporto, il nùmero che si cerca verrà espresso da $\frac{r}{1-r}$; ovvero anche, il che torna lo stesso, si potrà ottenere dividendo il peso specifico del sòlido per la differenza tra il peso specifico del liquido e quello del sòlido nominato.

79. Per altro, anche senza bàttere si fatta via, basterà bene l'osservare le montagne dalle estremità del piano circostante da cui sono sorte onde rimanere convinti, per la vastità di questo e la relativa piccolezza di quelle, che nella maggior parte dei casi il moltiplicatore di cui si va in traccia deve èssere un nùmero assài grande.

80. Tratti come siamo a riputare grandissimo il volume del liquido che prese parte alla formazione delle montagne, dovremo ritenere grande oltre misura il tempo richiesto per la sua consolidazione, ed impiegato dalle montagne a raggiùngere il loro intero compimento.

La via è tràcciata per calcolar questo tempo con una sufficiente precisione; e già fin d'ora si può asserire dovrà valutarsi a decine di sècoli piuttosto che a giorni od a mesi.

Articolo III.

Regolarità del processo di formazione delle montagne.

Differenze caratteristiche fra i processi plutònici e vulcànici — Formazione successiva delle diverse parti delle montagne — Come il liquido plutònico abbia potuto passare attraverso ai tronchi di montagne in corso di formazione — Bolle nel seno delle montagne — Processo con cui si formàrono le montagne — Montagne a palloni — Catini druidici — Montagne incomplete — Móntagne a gradinate — Regolarità del processo di formazione delle montagne.

81. Durante il lunghissimo periodo di loro formazione le montagne dovèttero crèscere senza interruzione e con una miràbile regolarità. Non dobbiamo giudicare di esse dietro ciò che si osserva nelle cime vulcàniche di montagne non ancora compiute, o dietro quanto ci

mòstrano i vulcani o le prominenze d'indole pure vulcànica che appàrvero sulla terra in tempi stòrici, anzi poco lontani dal tempo attuale. Le somiglianze che esistono fra i vulcani e le montagne sono paragonàbili a quelle che si rimàrcano fra le piante e gli animali.

Gli èsseri di queste due ùltime categorie obbediscono a leggi simili, e sono costituiti da idèntici materiali: con tutto ciò, in conseguenza di piccole differenze iniziali, essi vanno tanto più divergendo quanto più si elèvano a godere di una vita complicata; ma i vegetàbili e gli animali delle classi infime vanno talmente ravvicinàndosi che s'incòntrano le più grandi difficoltà a segnare i confini ove avviene la loro separazione.

Nello stesso modo vi sono veri anelli di congiunzione fra i vulcani e le montagne. Alcune di queste nel periodo di loro formazione mandàrono eruzioni a guisa dei vulcani, altre si tròvano anche al presente incoronate alla loro sommità da cime vulcàniche, e infine non v'è fenòmeno vulcànico le cui tracce non si riscòntrino pure in mezzo alle montagne. Tutto ciò non impedisce che tra i vulcani e le montagne non esistano differenze caratteristiche assài notàbili e ben disegnate.

82. La continuità dell'azione e la regolarità de' fenòmeni sono i caràtteri predominanti della formazione delle montagne, mentre invece l'intermittenza e l'irregolarità fòrmano il caràttere più pronunciato dei processi vulcànici.

La forma delle montagne ne porge prove incontrastàbili che il processo a cui dèbbono la loro origine

operò con lentezza e con regolarità. Infatti tròvansi catene intere di montagne elevatissime, sui fianchi delle quali invano si cercherebbe qualche traccia di spandimento del liquido che le produsse. Vi sono montagne di cui le pareti si elèvano verticali e sono liscie come le muraglie delle nostre case: in quasi tutte vediamo per estesìssimi tratti la superficie esterna conservare costante la sua pendenza verso l'orizzonte, e conformarsi a guisa di piano inclinato. Le creste, i corni, i denti, i picchi, le guglie che ne incorònano le sommità sono lavorate qualche volta con tanta cura e finitezza, e presèntano figure così regolari e simmètriche, che il geòmetra e l'artista non saprèbbero ove poterle emendare.

Tali fatti ed altri anàloghi, di cui non v'è deficienza, sono piucchè bastanti a tòglierci dalla mente il pensiero che le montagne àbbiano potuto crèscere e svilupparsi per via di processi irregolari e intermittenti, sìmili a quelli pei quali vediamo aver luogo tuttora lo sviluppo delle cime vulcàniche, o l'accrescimento dei veri vulcani. Mentre nelle montagne gli spandimenti non appariscono che come casi eccezionali, nei vulcani invece la prominenza non è che un cùmulo di spandimenti sovrapposti: mentre in quelle la regolarità delle forme e la squisitezza del lavoro accènnano a processi agenti con calma ed uniformità, in questi tutto concorre a richiamarci alla mente l'apparente disòrdine e la violenza con cui i fenòmeni sono accaduti.

83. D'altronde il trovar qua e là nel seno delle montagne delle caverne perfettamente rotonde a pareti

liscie pressochè levigate, dimostra che in quel luogo appàrvero voluminose bolle che poi si consolidàrono mantenendo la loro figura naturale. Che se l'apparizione delle bolle indica alterata la perfetta regolarità del processo col quale vogliamo dimostrare siansi formate le montagne, è per altro indubitàbile che la conservazione delle forme di un corpo dotato di pareti sì dèboli e sottili qual'è una bolla esclude ogni idèa di ràpidi movimenti nel liquido, di pressioni gagliarde od inuguali, di violenze nel processo di formazione. Queste bolle, a cui dèvono la loro origine le caverne cieche e rotonde che non di rado riscòntransi nel seno delle montagne plutòniche, colla conservazione delle loro forme primitive ci forniscono un dato prezioso per rintracciare il processo secondo il quale si formàrono le montagne.

84. Immaginando la montagna divisa in due parti per mezzo d'un piano orizzontale passante pel punto infimo della bolla si può immediatamente stabilire che, quando la bolla apparve in quel lùogo, nessuna traccia ancora esisteva della parte superiore della montagna la quale più tardi sorse ad avvilupparla e coprirla.

Se qualche porzione del liquido costituente la montagna sovrastante fosse comparsa simultaneamente alla bolla, questa per la sua leggerezza si sarebbe spostata salendo fino alla nuova superior superficie del liquido, ovvero sarebbe stata schiacciata o rotta dalla pressione di quello. Ma il fenòmeno delle bolle che consèrvano la loro forma non solo c'insegna che quando esse appàrvero non èravi ancora indizio della montagna superiore,

ma ne dà prova altresì che tutta la parte sottoposta della montagna aveva raggiunto pel processo della consolidazione un notabil grado di stabilità. Infatti, se così non fosse stato, fluttuando la bolla ad ogni movimento del liquido su cui galleggiava avrebbe dovuto inevitabilmente spezzarsi o cambiare notabilmente di forma.

85. Ciò posto, come si potrà mai spiegare il passaggio delle bolle attraverso rocce già in gran parte solidificate e la formazione posteriore della parte superiore della montagna?

Per rènderci ragione di ciò dobbiamo rammentare che sono frequenti i casi nei quali i liquidi tròvano libero passaggio attraverso corpi già dotati di molta solidità: È noto, per esempio, dietro le esperienze di Henry (*), che con un sifone di piombo massiccio si può assài bene travasare il mercurio, servendo le porosità del piombo come canali aperti al suo passaggio. Inoltre non siamo noi sòliti a considerare come corpi sòlidi i tronchi delle piante vive? e non sappiamo noi che i liquidi nutritivi li attravèrsano regolarmente colla più grande facilità?

Il tronco d'una montagna compòrtasi in modo anàlogo agli esempi ricordati finch'essa tròvasi in corso di formazione. Il liquido sale continuamente attraverso ad innumerèvoli tubi capillari che in generale sono quasi paralleli fra loro e quasi verticali, e va sollevàndosi fino alla superficie libera superiore sulla quale si distende a guisa di uno strato di vernice.

(*) *Bibliot. Un. de Genève*, 1840. Tom. XXIX, pag. 175.

86. Quando alcuna volta da qualcuno di questi tubi, invece di sgorgar liquido, esce un lento e leggero soffio di aria, questa smove lo straterello liquido superiore, e se resta imprigionata da un velo del medèsimo che va gonfiàndosi, si forma una bolla.

87. Ora questa bolla prontamente si consòlida, e tròvasi saldata nel luogo ove si formò. Mentre lo straterello di liquido dal quale essa ebbe origine va consolidàndosi, un altro sorge a ricoprirlo, e distendèndosi uniformemente sovra tutta la superficie superiore, gira intorno alla base della bolla e si consòlida saldàndosi alla sua esterna parete. Intanto accorre un altro strato di liquido che fa come il precedente, poi un terzo che fa come il secondo e così di sèguito, finchè tutta la bolla tròvisi sommersa, e le sue pareti siano rinforzate dalla consolidazione di tutto il liquido circostante. Com'è naturale, l'efflusso del liquido continua nello stesso modo anche dopo, e così va formàndosi tutta quella parte di montagna che noi troviamo sovrastare alla caverna.

88. Quando noi vediamo il cùlmine di qualche montagna terminare in palloni rotondi, levigati e massicci [14] dobbiamo conclùdere che là fu soffiata una bolla, entro

(14) Manche Berg-Gipfel erscheinen gerundet, Halb-Kugeln ähnlich, und werden in gewissen Gebirgs-Gegenden, als Köpfe (Schneekopf, Ochsenkopf, u. s. w.) bezeichnet, auch *Belchen* (Schwarzwald) genannt, oder Ballons (Vogesen). Noch anderen Gipfeln ist bald mehr, bald weniger volkommene Kegel-Gestalt eigen (dahin die Puys in Auvergne) oder es gehen dieselben in, gen Himmel stehenden, mehr oder weniger schroffen Spitzen aus und tragen als dann die so bezeichnenden Namen Nadeln und Hörner.

LEONHARD. T. IV, Lez. 51, pag. 25.

la quale a poco a poco s'insinuò il liquido scacciàndone l'aria, e si consolidò modellàndosi nell'interno a norma delle pareti della bolla. È chiaro che il liquido vi doveva penetrare dotato di scarsa velocità e con una temperatura poco superiore a quella della sua consolidazione, altrimenti le pareti della bolla sarèbbersi spezzate per l'urto o fuse pel calore.

89. Quando le bolle èscono in luoghi ove il liquido posteriormente non si accùmula in guisa da invòlgerle completamente, la sottile parete di quella parte che restò libera inevitabilmente spèzzasi e si consuma, e rèstano scavati nella viva pietra i così detti *catini druìdici* (18),

(18) Aeltere und neuere Granite zeigen sich in der Regel sehr ungleich, was den Widerstand betrifft, welchen sie dem Wasser und der Luft leisten, so wie dem Wechsel von Sonnenwärme und Kälte. Selbst einzelne Theile der Oberfläche granitischer Felsen verhalten sich, in solcher Beziehung auf gänzlich verschiedene Weise. Dadurch werden, in manchen Gegenden, recht auffallende Phänomene hervorgerufen. So findet man in Cornwall, und in den uns bekannten Scilly-Eilanden auf der Oberfläche isolirter Granit-Massen und Blöcke Aushöhlungen, mitunter von sehr regelmässiger runder Form, und je nachdem die Zerstörungs-Prozesse vorgeschritten, bis zu drei Fuss in Durchmesser und von zwei Fuss Tiefe. Diese Schüsseln und Bechern ähnlichen, Ausweitungen, rock-bassins, « Felsen-Becken », wie sie genannt werden, haben mitunter täuschend das Aussehen, als wären dieselben von Menschenhänden mit dem Meissel gearbeitet. Lange galten sie für Werke der Priester Celtischer Völker, der Druiden. Möglich ist, dass folgende Wahrnehmungen dieser irrigen Aussicht zum Grunde lagen. In den Steinbrüchen bey Assouan in Ober-Aegypten, von wo die Römer Granite zu Tempeln und Statuen und zu Zierrathen vielfacher Art hernahmen, finden sich ähnliche Beckenförmige Vertiefungen auf der Oberfläche von Granit-Massen, wie in Cornwall, allein diese sind wohl ohne Zweifel Folge der Bearbeitung des Felsen. Wie vermuthet wird, so gewannen die Alten ihre Granit-Blöcke dadurch, dass sie um dieselbe her tiefe Furchen mit dem Meissel einhieben, und die, auf solche Weise, zum Theil gelösten Massen, endlich durch kräftige Schläge absprengten.

LEONHARD. T. II, Lez. 23, pag. 148.

i quali per la esatta sfericità e la levigatezza della superficie vènnero da taluni giudicati òpera dell'arte. Altri invece, come lèggesi nel passo di Leonhard riportato in nota, credèttero di doverne ricercare l'origine nella diversa resistenza che i varj punti d'una medèsima roccia presèntano alle càuse che vanno continuamente operando il loro disfacimento.

90. Se le montagne si formàrono nel modo sovraesposto, tutte, prima d'èssere compiute, presentàvano l'aspetto di veri altipiani; epperò quando salita una montagna ci troveremo in presenza di una vasta pianura orizzontale, non immagineremo, come alcuni pensàrono, che la montagna sia stata soggetta a qualche forza d'abrasione che l'abbia mutilata; ma ne concluderemo soltanto che quella montagna non ha potuto raggiùngere il suo intero compimento (16).

91. Altra forma singolare ci presèntano quelle montagne di cui i fianchi sono tagliati a guisa di gradinate; però si comprende immediatamente come la spiegazione di questo fenòmeno si possa con tutta facilità dedurre dai principj ora esposti.

(16) Viele Giepfel stellen sich als grössere oder kleinere Berg-Ebenen dar; sie sind abgeplattet. Eines der anffallendsten Beispiele, und in so eben erwähnten Beziehung besonders lehrreich, gewährt der *Tafelberg* auf der Südspitze Africa's, an dessen Fusse die Capstadt liegt. Von der platten, wagerechten, dreitausend Fuss breiten und eine halbe Stunde langen, Fläche, in welcher die Höhe endigt, erhielt sie ohne Zweifel ihren Nahmen durch Seefahrer, welche aus Europa kommend, zum ersten Male des Anblicks genossen. Vom Meere aus, in gewisse Richtung, gesehen, zeigt sich unser Berg als ziemlich spitziger Pic . . . . .

LEONHARD. T. IV, Lez. 31, Pag. 23.

92. La regolarità del processo al quale le montagne dèvono la loro formazione venne messa in chiaro dietro l'anàlisi di fenòmeni, l'apparizione dei quali accenna ad irregolarità locali del processo medèsimo, e sono veri sìntomi di vulcanismo. Ove non vi è traccia di tali fenòmeni non abbiamo ragioni per crèdere, che la regolarità del processo sia stata turbata nemmeno parzialmente. Le vere montagne, quando il processo di loro formazione non venga per càuse particolari alterato od arrestato, dèvono continuamente andar rastremàndosi e terminare in punte acuminate, senza spandimenti di liquido, senza tracce di caverne, di bacini o di palloni, senza gradinate e senza altipiani.

93. Col plutonio artificiale destinato a dimostrare la formazione delle montagne si può godere a tutt'agio lo spettàcolo della regolarità del processo. Col plutonio destinato a rappresentare la formazione dei vulcani tutti i fenòmeni invece si còmpiono presentando quelle istesse intermittenze ed irregolarità che sono il distintivo più caratterìstico dei processi vulcànici naturali.

Ravvicinando gradatamente il primo plutonio al secondo, si vanno di mano in mano riproducendo fenòmeni vulcànici più spiegati, e fra i primi e più frequenti troviamo la formazione delle bolle, delle gradinate e degli altipiani.

Di tali fenòmeni parleremo estesamente nell'altra parte, essèndoci in questa proposto di limitare il nostro discorso alle sole montagne.

Articolo IV.

Antiche ipòtesi sull'origine delle montagne.

Le forme delle montagne presèntano in comune varj tratti caratteristici — Provenienza delle montagne — Antiche ipòtesi circa la formazione delle montagne — Obbiezioni — Ripieghi insufficienti a cui ricòrsero i geòlogi per elùdere le dette obbiezioni.

94. Partendo dagli esposti principj, siamo già in grado di risòlvere varj problemi relativi alla quistione apparentemente molto avviluppata delle diverse forme presèntàteci dalle montagne.

Tra queste forme tanto fantàstiche e variate dòmina pure certo che di simmètrico e regolare, qualche cosa che riproducèndosi assài frequentemente ne lascia intravvedere una tendenza originaria delle montagne ad assùmere forme determinate e costanti, riducibili ad un piccolo nùmero di tipi, di cui tutte le forme effettive non sono che modificazioni o deviazioni.

È appunto in conseguenza di ciò che la fisonomia delle diverse montagne presenta in complesso tali caràtteri di affinità, che in qualunque parte della terra esse ci colpiscano gli occhi, siam tratti a crèderle figlie d'un ùnico processo e a riconòscerle come sorelle.

95. È noto che la terra nascondèvale un tempo nel suo grembo fecondo, e che di là, sotto l'impero di circostanze non ben determinate, le grandi catene di monti uscìrono alla luce in èpoche diverse. È d'altronde evidente che questi smisurati colossi non vènnero sbalestrati

fuori dal seno della terra già interamente formati come ora sono; ma invece si ritiene ch'essi formàronsi separàndosi in istato liquido dal liquido terrestre primitivo di cui facèvano parte, e che consolidàndosi posteriormente per diminuzione di temperatura, àbbiano potuto convertirsi nelle stàbili rupi di cui al presente li troviamo costituiti.

96. Non ci fermeremo a discùtere nei loro dettagli le diverse ipòtesi per le quali si tentò di spiegare tali enormi sollevazioni di materie lìquide: ma diremo soltanto che quasi tutte si accòrdano nell'ammèttere che una crosta sòlida si fosse formata all'intorno della terra, la quale avviluppasse da ogni parte la materia ancor liquida; che gagliarde forze prementi, esercitando la loro azione fra la crosta sòlida e la materia lìquida, àbbiano spèzzato quella e fatto sollevar questa attraverso alle fenditure, dove ora consolidata costituisce le catene dei monti.

97. Però tutte le forme delle montagne attèstano l'insussistenza di simili ipòtesi; mentre, se anche volèssimo ammèttere che il liquido, balzato in alto per l'impeto cieco di subitanea esplosione, avesse potuto assùmere le forme ch'or ci presèntano le montagne, è chiaro che in pochi istanti di liquidità quella materia avrebbe dovuto ricadere sovra sè stessa, o almeno avrèbbero dovuto arrotondarsi le cime, smussarsi gli àngoli, ottùndersi gli spigoli, sparire tutte le parti salienti.

Le lave eruttate dai vulcani, se hanno qualche piede di spessore, mantèngonsi liquide internamente per varj mesi, e noi dovremmo crèdere che il lìquido produttor

del granito siasi consolidato in un àttimo nello spessore di più migliaja di metri?

Quanto alle forme, sòglionsi paragonar le montagne alle onde di un mare in burrasca (17), pure nessuno sarebbe inclinato a pensare, che le onde d'un mare agitato sorprese dal freddo nelle regioni polari potèssero istantaneamente convertirsi, senza cangiamento di forma, in rupi di ghiaccio.

98. A ribàttere sì gravi obbiezioni immaginàrono i geòlogi ripieghi più o meno ingegnosi, nessuno per altro che acquieti la mente e possa rèndere chiare e dettagliate ragioni dei varj fenòmeni.

Alcuni ammisero che il liquido il quale uscì dalla terra a formar le montagne non fosse un vero liquido, ma piuttosto una sostanza densa, tenace, vischiosa, la quale potesse conservare per lungo tempo le forme prese a guisa quasi dei sòlidi. Altri suppòsero che le forme originarie delle montagne fòssero scomparse, e che soltanto in conseguenza d'un vasto processo di distruzione le montagne avèssero assunto le forme ch'or ci presèntano (18).

(17) In diesem ewigen Wechsel von Höhen und Tiefen sehen wir das Bild eines Weltmeeres, dessen Wogen durch strömende Orkane emporgehoben schnell erstarrten.

LEONHARD. T. IV, Lez. 51, pag. 2.

(18) Auf die angedeuteten Gipfel-Verhältnisse ist die Natur der, Berge zusammengesetzenden Gesteine von bedentendem Einflusse. Leicht verwitterbare Felsmassen, solche die durch wechselnde Einwirkung von Trockene und Regen, von Wärme und Frost, mehr und mehr bröckelich und mürbe werden fuhren gerundete Gestalten herbei, festere Gebirgsarten rufen schroffere Formen hervor.

LEONHARD. T. IV, Lez. 51, pag. 25.

Tutti infine, non pienamente soddisfatti dell'ipòtesi dell'eruzione delle montagne, sentivano il bisogno di convalidarla con qualche puntello.

99. Anzi diremo che non tutti i geòlogi credèttero di poter adottare l'ipòtesi delle eruzioni di materie liquide e della formazione delle montagne per via di sollevamenti. Il signor Constant Prevost in una dottissima comunicazione che fece recentemente (23 e 30 Settembre 1850) all'Accademia delle Scienze di Parigi sostiene francamente, seguendo un'antica idèa di Deluc, che le montagne non spòrgono dalla superficie terrestre perchè siansi esse medèsime sollevate, ma invece perchè conservàrono sole la loro posizione primitiva mentre tutto il resto della crosta terrestre cedette e si sprofondò. Le cime delle montagne secondo lui sarèbbero restate là in alto a segnare i confini sino ai quali in altri tempi estendèvasi l'intera superficie della terra.

Dovendo interessare ai nostri lettori di formarsi una giusta idèa dello stato in cui tròvasi attualmente la quistione della formazione delle montagne noi li invitiamo a prèndere cognizione della detta comunicazione e di un'altra che la precedette soltanto di pochi giorni, e che venne fatta da Elia de Beaumont nella seduta del 9 del medèsimo mese.

Intanto crediamo ùtile di porre sotto agli occhi dei nostri lettori il seguente quadro tratto dal citato lavoro del signor Prevost.

« D'accordo sui fatti i quali dimòstrano incontestabilmente che l'attual rilievo della superficie terrestre

» è il risultato complessivo di successive e distinte dis-
» locazioni; la cui època relativa può èssere determinata
» per mezzo degli spostamenti particolari che ciascuna
» ha prodotto sul suolo, gli osservatori sono tuttavia
» divisi quanto alle càuse a cui si dèvono attribuire le
» dette dislocazioni.

« Gli uni, inclinati a spiegare i fenòmeni geològici
» col mezzo di càuse straordinarie, crèdono trovare nelle
» rotture, nei contorcimenti, nei raddrizzamenti degli
» strati originariamente più o meno continui ed orizzon-
» tali, la prova che sotto il suolo, in certi determinati
» periodi si sviluppò gradatamente una potenza espan-
» siva incommensuràbile, la quale, a rèndersi libera,
» avrebbe rotto e sollevato gli ostàcoli che la comprimè-
» vano e la tenèvano imprigionata.

« Altri, guidati dalle osservazioni che li condùcono
» a considerar la terra come un corpo sottoposto alle
» leggi del raffreddamento, spiègano per analogia gli
» stessi effetti, consideràndoli come le conseguenze na-
» turali del ritirarsi e del corrugarsi dell'inviluppo già
» consolidato dello sferoide terrestre che diveniva troppo
» ampio di mano in mano che la massa inviluppata di-
» minuiva di volume raffreddàndosi.

« Pei primi, le dislocazioni del suolo sarèbbero do-
» vute ad una forza centrifuga; i secondi attribuiscono
» al contrario le stesse dislocazioni ad una forza centri-
» peta (*) ».

(*) *Comptes Rendus* ecc. T. XXXI, n. 13, pag. 437 (23 Sept. 1850).

Il Prevost si dichiara fautore di quest'ùltima opinione, mentre la maggior parte de' geòlogi parteggia per la prima.

Ora il solo fatto che distintissimi ingegni pòssano attenersi sull'origine delle montagne a due ipòtesi tanto opposte, basta per dimostrarci che questa quistione è ancora avvolta d'incertezza e di oscurità, e ci fa con fondamento sospettare che nessuna delle ipòtesi fino ad ora immaginate possa èssere vera.

Resta a dimostrare come la nuova ipòtesi sia in maggiore armonia coi fatti, anzi valga a pòrgere dei medèsimi chiare e soddisfacenti spiegazioni.

Articolo V.

Della formazione di prominenze còniche ad asse verticale.

Condizioni sotto le quali può generarsi una prominenza cònica ad asse verticale — Base circolare — Accrescimento della prominenza in altezza — Rastremazione — Proporzionalità fra le sezioni orizzontali della prominenza e le loro distanze dal vèrtice, e conclusione ch'essa deve èssere un cono — Formazione del vèrtice — Riassunto.

100. Per rèndere sensibile la stretta relazione che deve esistere tra la forma primitiva del liquido plutònico e la forma della prominenza generata nell'atto della sua consolidazione, noi cominceremo a considerare la quistione sotto il suo aspetto il più sèmplice.

Supporremo pertanto che il liquido sia disposto simmetricamente intorno al suo asse verticale, che la

crosta appena formata resti aperta in un punto collocato sul detto asse; che la superficie della medèsima sia perfettamente orizzontale e ovunque dotata di ugual temperatura; e che per ùltimo il liquido si consòlidi come la cera per strati concèntrici di ugual spessore, i quali però non intercèttino la comunicazione del liquido coll'esterno per mezzo del punto nominato.

Verificàndosi tutte le poste condizioni è fàcile il comprèndere che la prominenza generata sarà un cono retto ad asse verticale.

101. Consolidàtosi appena lo strato più esterno nell'atto che si forma la crosta, il liquido dilatato per l'emissione di gas in esso avvenuta non può più interamente capire entro lo spazio di prima, epperò esce per l'apertura centrale, e si spande a circolo intorno ad essa in uno straterello di piccola altezza e di determinata larghezza.

Nel mentre che questo straterello va consolidàndosi, avviene nell'interno la consolidazione del secondo strato, e per conseguenza una seconda emissione di liquido il quale va ad adagiarsi sovra il primo straterello aumentàndone lo spessore. Sovra questo secondo straterello se ne depòsita un terzo in conseguenza della consolidazione del terzo strato di liquido interno; sovra il terzo un quarto, e così di sèguito fino alla completa solidificazione di tutta la massa liquida.

102. Il liquido dei successivi straterelli di cui abbiamo discorso esce sempre meno abbondante dall'interna cavità, e ciò per la ragione che, restringèndosi la sua

capacità, va continuamente diminuendo la quantità di materia che nell'interno si solidifica a formare gli strati successivi, e quindi in proporzione diminuiscono successivamente gli aumenti di volume del liquido, ovvero le quantità di esso che vèngono espulse a formare i successivi esterni straterelli.

Uscendo il liquido in quantità sempre più scarse, è naturale che il secondo straterello non possa tanto estèndersi da raggiùngere completamente i lìmiti del primo, nè il terzo quelli del secondo, e così di sèguito; in conseguenza di che la prominenza che va formàndosi deve necessariamente rastremarsi, quantunque le sue sezioni orizzontali mantèngansi costantemente circolari.

103. È chiaro, per esempio, che quando la consolidazione del liquido avrà ridotto alla metà il diàmetro della cavità, a formare un nuovo strato non occorrerà più che la quarta parte della materia che fu necessaria a formare lo strato il più esterno; e che per conseguenza la quantità di lìquido espulsa dalla cavità sarà esattamente la quarta parte di quella che uscì dapprima a formare la base della prominenza, e il diàmetro del circolo sul quale si spanderà il detto lìquido sarà la metà del diàmetro della base della prominenza; e la prominenza istessa raggiungerà allora la metà della sua altezza totale.

Se noi applicheremo il medèsimo ragionamento per un altro istante qualunque della consolidazione arriveremo evidentemente ad anàloghi risultati. Quando il diàmetro della cavità sarà consolidato per due terzi, a

formare un nuovo strato sòlido si richiederà la nona parte soltanto della quantità di materia richiesta a formare lo strato più esterno. Il liquido che uscirà in questo caso sarà la nona parte di quello che diede orìgine alla base della prominenza, e si estenderà in un circolo il cui diàmetro sarà il terzo di quel della base; e la prominenza avrà raggiunto i due terzi della sua altezza totale.

104. Vèdesi pertanto che, nella prominenza la quale per tal modo va generàndosi, il rapporto fra il diàmetro della base e quello d'una sua sezione orizzontale qualunque è lo stesso che quello dell'altezza totale della prominenza coll'altezza della nominata sezione presa dal vèrtice; e che per conseguenza la prominenza in discorso, soddisfacendo a tutte le condizioni d'un cono retto ad asse verticale, dovrà èssere un corpo della detta figura.

105. Pervenuta la consolidazione fin verso il centro della cavità, l'ùltima gòcciola che consoliderassi espellerà fuori una gocciolina lìquida che apparendo alla sommità del cono ne formerà il vèrtice acuto.

106. Le conclusioni di quanto si è detto ridùconsi alle seguenti:

1.° La verticalità dell'asse della prominenza dipende da ciò che nella fatta ipòtesi, durante l'intero periodo della consolidazione, la risultante generale delle velocità di tutti i filetti liquidi che accòrrono all'apertura è verticale, ed è sempre nulla la risultante delle velocità orizzontali.

2.° La forma cònica e l'accrescimento regolare della prominenza dipèndono dalla legge con cui va continuamente scemando la quantità di liquido che negli istanti successivi è spinta fuori dall'apertura, ovvero dalla regolare diminuzione di velocità nell'efflusso del liquido.

107. Il problema che formò il soggetto di quest'articolo serve di fondamento a tutta la teoria della formazione delle montagne; però dobbiamo ricordarci che molte delle condizioni, che noi abbiamo assunte per facilitarne la soluzione, nel caso pràtico non si verificano, e che per conseguenza prima di applicarlo alla spiegazione dei fenòmeni naturali sarà necessario il far subire alle stesse le convenienti modificazioni. Ci proponiamo per altro di dimostrare nell'articolo seguente che quantunque il supposto accrescimento uniforme della prominenza vada soggetto a varie perturbazioni, e ciò per la ragione che in realtà le diminuzioni di velocità nell'efflusso del liquido non accàdono con tutta quella regolarità che si credette opportuno di ammèttere, pure la forma cònica non ne resta sensibilmente alterata.

Artìcolo VI.

Le montagne non càmbiano sensibilmente di forma a cagione delle pìccole irregolarità nel processo di lor formazione.

Forze protettrici delle forme regolari delle prominenze — Capillarità del canale attraverso a cui passa il liquido — Capillarità dell'orlo della prominenze già solidificato verso la materia liquida che vi affluisce — Affinità delle molècole liquide le une verso le altre — Consolidazione dell'orlo della prominenze — Difficoltà della consolidazione del liquido che riempie il canale della prominenza — La consolidazione del liquido interno precede sempre d'un passo quella del liquido esterno — Varie velocità del liquido — La superficie esteriore della prominenza svòlgesi con continuità e non a scaglioni — Aspetto diverso del plutonio liquido e sòlido — Lentezza e regolarità dell'efflusso del liquido nella formazione delle prominenze — Aspetto presentato dalle montagne durante il periodo della loro formazione — L'efflusso del liquido nella formazione delle prominenze ha luogo con vera continuità; in ogni modo però sarebbe, anche in caso diverso, ugualmente assicurata la continuità della superficie esteriore — Enumerazione delle forze che concòrrono a produrre nelle montagne il fenòmeno della rastremazione e della regolarità delle forme — Le montagne di forma cònica s'incòntrano assài di rado e anch'esse si formàrono per un processo diverso da quello che fu esposto — Nelle catene di monti le forme appartenenti alle montagne isolate non si distinguono che nelle cime.

108. Se, come di sopra annunciàmmo, ad onta di qualche irregolarità nel progressivo efflusso del liquido, la figura cònica della prominenza non si àltera sensibilmente, ciò succede per l'azione di certe forze le quali, quantunque dèboli, vegliando con incessante attività a moderare gli effetti che le irregolarità nell' efflusso del liquido tenderèbbero a produrre, finiscono col cancellarne le tracce; d'onde segue che la prominenza riesce

cònica ugualmente, come se fosse stata prodotta colla màssima regolarità.

Noi sappiamo che forze moderatrici di simil natura presièdono all'esercìzio delle diverse funzioni dei corpi organizzati, e che, per esempio, sebbene non sia esattamente misurata secondo il bisogno la quantità di materie alimentari che un animale introduce ogni giorno nel suo ventricolo, pure la màcchina non patisce sconcerto alcuno nè per piccola deficienza delle medèsime, nè per moderata sovrabbondanza. Nello stesso modo fu provveduto, perchè ogni òrgano si approprj della materia nutritiva che ad esso affluisce precisamente quel tanto che gli occorre indipendentemente dalla quantità totale della stessa. Ben inteso che tali forze moderatrici non pòssono operare che fra certi limiti al di là de' quali il difetto o l'eccesso di nutrimento riesce funesto, e qualche volta porta conseguenze irreparàbili.

È interessante il trovare un esempio di tali forze moderatrici nella produzione d'un fenòmeno appartenente al regno minerale. Nei corpi degli altri due regni l'esistenza di tali forze è indubitàbile, ma il modo con cui travàgliano è ancora coperto di mistero. Invece in questo esempio offèrtoci dal regno minerale noi vedremo un anàlogo meccanismo funzionare sotto i nostri occhi interamente allo scoperto, epperò crediamo prezzo dell'òpera il sottoporlo ad un esame accurato.

109. A neutralizzare gli effetti che sovra le forme delle montagne tenderèbbero a produrre le piccole ma continue irregolarità del processo di consolidazione del

plutonio concòrrono diverse forze. E prima di tutto noi faremo a considerare che essendo capillare il condotto che il liquido percorre nell'asse della prominenza, sebbene nell'interno della cavità esso si gonfii ad ondate, epperò accorra con impeto variàbile verso l'ùnica apertura, insinuàndosi nello stretto canale, per la resistenza che là dentro incontra, tanto più si comprime, quanto più si sforza di superarla; e il movimento che sarebbe stato inuguale e intermittente si fa per questa ragione continuo e pressochè regolare. Giunto così il liquido alla sommità fluisce dall'apertura in un modo perenne e senza alcuna scossa, epperò si spande intorno ad essa uniformemente ed a circolo, distendèndosi a norma della quantità che in ogni tempùscolo ne vien fornita; e tal quantità si è già veduto èssere generalmente misurata per modo che la prominenza debba crèscere in forma di cono; ma la forma cònica della prominenza è assicurata ben anche dall'esistenza di altre forze, in virtù delle quali vèngono cancellate le alterazioni che l'eventuale scarsità o sovrabbondanza di liquido tenderebbe a produrre.

110. Quando il liquido fluisce per formare un nuovo straterello, l'orlo dello straterello precedente è già completamente consolidato, e serve a contenere il liquido che vi accorre, come farebbe coll'acqua l'orlo d'un vase di vetro.

È noto che l'acqua in virtù della capillarità può fare il colmo nel vase senza traboccare; e così il liquido plutònico, quando sùpera di qualche poco la voluta

misura, è contenuto entro i limiti dèbiti dalla resistenza dell'orlo della prominenza, e non sgòcciola in basso a formare uno spandimento che àlteri la forma del cono.

111. Se per contrario il liquido esce un po' più scarso del consueto, parrebbe che si dovesse distèndere in proporzione della sua quantità, e formare uno straterello concèntrico al precedente, ma meno esteso di esso; per il che la continuità della superficie esterna della prominenza sarebbe interrotta: sotto l'aspetto di un pianeròttolo circolare apparirebbe in essa un salto, e ne verrebbe alterata la forma cònica; ma ciò non succede per la ragione semplicissima, che il liquido troppo scarso di cui discorriamo trova il liquido dello straterello precedente non ancora pienamente consolidato, epperò s'immedèsima con esso, e fa crèscere il suo livello fino agli estremi confini.

Vèdesi pertanto che le due forze le quali vègliano continuamente a moderare gli effetti delle piccole ma frequenti anomalie presentate dall'efflusso del liquido relativamente alla sua quantità, sono: 1.° *la capillarità della materia già solidificata verso la materia ancor liquida:* 2.° *l'affinità delle molècole liquide le une verso le altre.*

112. Come poi succeda che l'orlo della prominenza sia di già consolidato mentre il piano superiore mòstrasi ancora inumidito da materia liquefatta la quale persiste in tale stato finchè non sia ricoperta da un nuovo strato di liquido, e come il condotto resti continuamente aperto, si troverà fàcile ad intèndere quando si voglia

considerare che il liquido destinato a formar l'orlo è quello che deve fare il più lungo tragitto, epperò giunge al suo posto già più freddo di quello che percorre minor cammino, il quale conserva tanto più del suo calore quanto più resta pròssimo all'apertura; e che inoltre quel liquido, trovàndosi affatto allo scoperto non solo superiormente, ma ben anche lateralmente, deve raffreddarsi e consolidarsi più presto del liquido rimanente il quale non è scoperto se non che alla superficie superiore.

113. Il liquido che riempie il condotto è quello che fece minor cammino, rimane più pròssimo alla cavità da cui emana il calore, ed è da ogni parte al coperto; quindi esso naturalmente persiste nel suo stato di liquidità finchè nuovo liquido non lo espella, e per tal modo il condotto resta sempre aperto.

114. Ma poichè il liquido dell'esterno straterello è esposto al freddo colla sua superior superficie, mentre quello rinchiuso nella cavità è da ogni parte protetto, ci si potrebbe muòvere la seguente obbiezione: *o lo straterello esterno e il lìquido contenuto nel condotto precèdono nel consolidarsi la formazione d'un nuovo strato sòlido nell'interno della cavità, e allora tutta la regolarità del processo sarebbe alterata; o lo straterello esterno e il lìquido nel condotto non si consòlidano, e il processo della consolidazione non dovrebbe progredire nemmen nell'interno, e così ogni movimento di liquido dovrebbe cessare.*

Così fatta obbiezione non ci sarebbe parsa destituita di fondamento, se le esperienze non ci avèssero

dimostrato il contrario. Affidàndoci a queste, siamo tratti a conclùdere che il condotto non mai si ostruisce, e che la consolidazione degli strati interni precede sempre d'un passo quella degli straterelli esteriori, e va per conseguenza progredendo colla stessa norma e misura con cui ha cominciato.

La spiegazione di questo apparente paradosso si può per gran parte in ciò ritrovare, che il calòrico di stato, reso libero nella consolidazione del liquido interno, è per la maggior quantità assorbito dall'aria che appunto allora si sèpara dal liquido quando questo si solidifica; e quest'aria passando attraverso al condotto riscalda assài il liquido che in esso si trova, o che attraverso al medèsimo essa trascina; e così si stabilisce fra il liquido esteriore e l'interno quell'armònica disuguaglianza di temperatura che fa invertire in essi l'òrdine della solidificazione.

115. Vi sono altre cagioni che mantèngono sempre libere le comunicazioni fra l'interno della cavità plutònica e il liquido esteriore, e impediscono a questo uscito all'aperto di consolidarsi prima di quello: noi qui non faremo che accennare la velocità del liquido il quale senza posa muove dall'interno verso l'esterno, o dal basso verso l'alto. Questa velocità nell'interno del condotto è assài più grande della media velocità del liquido nell'interno della cavità, e noi sappiamo, per l'esperienza di ciò che accade nell'agghiacciarsi dei fiumi, che i liquidi in moto presèntano tanto maggior resistenza alla consolidazione quanto è più grande la loro velocità.

116. Infine, succedendo le cose nel modo che fu esposto, la forma della prominenza riuscirà esattamente cònica, e la sua superficie esteriore svilupperassi in un modo continuo, e non in tanti piccoli scaglioni, come parrebbe dovere avvenire dietro la supposta successiva sovrapposizione di tanti piccoli strati circolari progressivamente decrescenti in larghezza.

Si è già visto che le irregolarità nel processo dell'interna solidificazione vèngono in gran parte neutralizzate nel passaggio che il liquido deve fare attraverso ad un condotto capillare dal quale in realtà finisce col fluire molto regolarmente senza alcuna scossa o sensibili interruzioni.

117. Usando il plutonio artificiale rimàrcasi un gran distacco fra la parte solidificata e la parte ancora liquida, perchè il colore di questa è notabilmente più scuro: assài più pronunciato deve èssere stato il distacco nel plutonio naturale, stantecchè questo non può trovarsi allo stato di liquidità senza èssere incandescente.

118. Durante la formazione ràpida d'una piccola montagna artificiale la regolarità dell'efflusso del liquido è già tanto grande, che spesso la materia liquida uscita allo scoperto si giudicherebbe stagnante: ch'essa però sia in continuo movimento, e travagli incessantemente a far crèscere la prominenza ce ne possiamo procurar la prova coll'interròmpere per qualche istante l'osservazione; mentre allora ad ogni volta che l'osservazione si riprende tròvasi il piano superiore portato più in alto e sensibilmente impiccolito.

119. Questi esperimenti ci pòngono sulla via per formarci qualche idèa dello spettàcolo straordinario che dèvono aver presentato le montagne nel periodo di lor formazione. Allora delle montagne non v'èrano che i tronchi, e tra la terra e il cielo vedèvasi una falda di fuoco distèndersi uniformemente su quelle elevate pianure. Quel fuoco era perenne e di tale apparente immobilità, che forse un anno, forse dieci non sarèbbero bastati a produrre in esso qualche sensibile cambiamento. I minuti dei nostri esperimenti corrispòndono ai sècoli dei fenòmeni naturali. Pure in mezzo a questa quiete apparente la materia della montagna era in preda ad una continua attività di cui l'effetto finale era l'incessante sollevarsi e restringersi di questi alti campi infocati. Il foco persistette lungo tempo sulle alte cime ridotte a macchie limitate: queste continuàrono a restringersi, finchè ad altro non si ridùssero che ad innumerèvoli punti brillanti i quali anch'essi alfine si spènsero quando le montagne èbbero compiuta la formazione dei loro vèrtici più elevati.

120. Del resto, se noi di sopra abbiam sempre parlato di straterelli liquidi di ugual spessore, ciò non fu che nella mira di adoperare un linguaggio più facilmente intelligibile. La nostra mente per comprèndere con chiarezza le proprietà delle quantità continue ha bisogno di spezzarle in tante piccole quantità discrete, e verificare che le dette proprietà esistono nel passaggio dall'uno all'altro di questi anelli, qualunque sia il loro nùmero e la loro piccolezza.

121. Però quand'anche l'efflusso succedesse in un modo intermittente, e gli straterelli di cui si è tenuto discorso esistèssero realmente, la superficie esterna del cono non perderebbe perciò il caràttere della continuità, nè in essa potrèbbesi scòrgere alcuna traccia di pianeròttoli o di scaglioni.

Il primo straterello di lìquido che esce dalla cavità estèndesi sulla crosta circolarmente in tanto spazio quanto è richiesto dalla quantità del liquido e dall'aderenza esercitata da esso verso la superficie della crosta. Però, nel piccolo spessore ch'esso tuttavia conserva, la parete esterna non elèvasi cilindrica e verticale, ma bensì cònica ed inclinata all'orizzonte; e ciò perchè i successivi elementi piani del detto straterello dèvono tanto meno allargarsi quanto meno sono premuti dal liquido sovrastante: il che significa che la loro larghezza andrà continuamente decrescendo dal basso all'alto. La parete esterna adunque sorge, tutt'all'intorno dello straterello, inclinata all'orizzonte sotto un àngolo determinato, e lo avviluppa in una superficie di natura cònica.

Supponendo ora i successivi straterelli tutti dotati di una medèsima altezza ne seguirà che le pressioni saranno esercitate in tutti dall'alto al basso nel medèsimo modo e colla medèsima forza, e che per conseguenza la superficie esterna di ciascuno di essi sorgerà colla stessa inclinazione all'orizzonte, come la superficie del primo; epperò tutti questi frammenti della superficie totale si allineeranno completamente l'uno all'altro, e costituiranno una sola superficie cònica continuata.

122. Possiamo adunque conclùdere che il rastremarsi delle montagne è un fenòmeno assicurato tanto dal modo con cui avviene la solidificazione del liquido nell'interno della cavità quanto dal modo con cui il liquido giunto all'esterno esèrcita sovra sè stesso le sue pressioni; e che inoltre, a preservare le forme delle montagne da troppo frequenti irregolarità, è posto continuamente in giuoco il meccanismo delle attrazioni molecolari, sia della materia sòlida verso il liquido, sia della materia liquida verso sè stessa.

123. Ad onta di tutto ciò il caso di montagne perfettamente còniche è molto raro; ma se noi consideriamo la difficoltà, per non dire l'impossibilità, che si verifichino in pràtica tutte quante le condizioni che abbiam dovuto supporre nel caso teòrico ora trattato, abbiamo di che sorprènderci che pur qualche volta s'incòntrino realmente montagne dotate della detta figura; nè si potrebbe rèndere completamente ragione di simil forma raggiunta in mancanza di alcuna delle sovraccennate condizioni, senza tener càlcolo di altre nuove circostanze le quali contribuirono per una via alquanto diversa alla produzione del medèsimo risultato.

124. Del resto s'intende che, siccome le montagne, generalmente parlando, sòrgono a sciami e fòrmano catene, così per istudiare le forme proprie degli individui, siamo costretti a limitarci al caso in cui qualcuna di esse ci si presenti isolata. Negli altri casi, siccome i diversi individui si sàldano insieme, rèstano notabilmente alterate le forme di ciascuno, e riesce assài malagèvole il poter

ben distinguere ciò che all'uno appartiene piuttosto che all'altro.

Avviene altresì che numerose montagne, fra quelle che noi diciamo isolate, siano già il complesso di molti individui; ma d'altra parte, siccome è caràttere delle montagne andar verso l'alto restringèndosi, accade che montagne confuse al basso in un solo tronco, ad una certa altezza non pòssono più toccarsi, più in alto si tròvano affatto separate, e i vèrtici sono assài discosti l'uno dall'altro.

È adunque nella forma delle cime montuose che noi ricercheremo i caràtteri appartenenti alle montagne isolate. Avviene nelle montagne come nelle piante ove le forme del virgulto che si perdèttero nel legno costituente il tronco dell'àlbero riappariscono con tutti i loro caràtteri primitivi nei ramoscelli che ne incorònano la cima.

I numerosi comignoli d'una montagna sono una piccola catena di monti collocata sovra un piedestallo elevato, e le singole montagne d'una catena di monti pòssono èssere considerate come i comignoli di quell'ùnica immensa montagna che viene costituita dal piedestallo comune a tutta la catena, il quale frequentemente elèvasi a grandi altezze al di sopra del suolo, e qualche volta giace interamente nascosto nel seno della terra.

Però la rarità di montagne isolate, perfettamente còniche, viene abbondantemente compensata dalla frequenza delle cime còniche che fòrmano le sommità di parecchie montagne. Ma, come già più sopra si disse, ci sarà d'uopo ritornare su questo argomento: ora ci converrà,

alterando ad arte le condizioni del problema risolto, ravvicinarle a quelle che effettivamente hanno esistito all'època della formazione delle montagne terrestri; e se vedremo che con ciò i risultati della teorìa si avvicinano sempre più a quelli della natura ne trarremo argomento per crèdere che la teorìa è vera, e vale a fornirci dei fatti spiegazioni soddisfacenti.

Artìcolo VII.

Formazione delle prominenze ad asse obbliquo.

Apertura eccèntrica — Risultante delle velocità orizzontali — La base non è più un circolo — La risultante generale delle velocità è inclinata all'orizzonte. — L'asse della prominenza è obliquo — Diversità di pendenza nei due versanti opposti delle montagne — Variazioni della risultante delle velocità orizzontali — Le variazioni nella direzione prodùcono effetti poco sensibili — Le variazioni nella grandezza prodùcono rilevanti modificazioni nelle forme delle montagne — Prominenze fatte di due tronchi saldati insieme — Forme diverse delle prominenze a norma del diverso rapporto nello sviluppo dei due tronchi — Gli esperimenti condùcono a risultati più somiglianti a quelli della natura che a quelli della teorìa.

125. Nel caso pràtico è assài difficile che l'apertura tròvisi proprio nel mezzo della crosta sull'asse verticale della cavità: ora si domanda quali saranno le alterazioni recate alla forma della prominenza dall'eccentricità dell'apertura?

126. Questa sèmplice modificazione nei dati del problema còmplica assài la sua soluzione, mentre nel caso attuale bisogna fare i conti colla risultante delle velocità orizzontali la quale nel caso precedente era nulla, e che qui non solo esiste, ma cambia continuamente di valore.

127. Se noi consideriamo due filetti liquidi provenienti all'apertura da due punti opposti della cavità, troviamo che, avendo dovuto percòrrere vie diversamente lunghe, e quindi incontrate resistenze diverse, vi arriveranno animati da differenti velocità; che se anche queste fòssero uguali, essendo le loro direzioni diversamente inclinate all'orizzonte, fornirèbbero componenti orizzontali di valor differente le quali per conseguenza non potranno annullarsi, come avveniva per tutte le coppie anàloghe di filetti liquidi nel caso precedente.

128. In conseguenza di ciò la base, in luogo di stèndersi a circolo intorno all'apertura, si allungherà nella direzione della velocità orizzontale, e si accorcerà nella direzione opposta. La figura di questa base non sarebbe nemmeno un'ellisse, ma verrebbe caratterizzata dalla proprietà di avere ugualmente lunghe tutte le sue corde che pàssano per l'apertura (19).

129. Inoltre l'esistenza di questa velocità orizzontale ne avvisa che anche la risultante generale di tutte le velocità non potrà più èssere verticale, come nel caso precedente; ma invece sarà inclinata all'orizzonte sotto

(19) Detto R il raggio del circolo secondo il quale si conformerebbe la base, se la risultante delle velocità orizzontali fosse nulla, chiamato d lo spazio che la molècola liquida percorrerà in virtù della velocità orizzontale nella direzione istessa di questa velocità, detta y la distanza dall'apertura ad un punto qualunque della curva in questione, e denominato x l'àngolo che fa la y colla direzione della velocità orizzontale, l'equazione della linea, dentro la quale sarà contenuta la base, potrà rappresentarsi con $y = R + d. \cos. x$.

un àngolo determinato: dal che segue immediatamente, che l'asse della prominenza, o il canale attraverso a cui deve passare il liquido nell'atto della formazione di quella, non sarà verticale, ma a seconda della risultante generale delle velocità sarà più o meno inclinato all'orizzonte.

130. Pertanto deformata la base ed inclinato l'asse, se nel progresso dell'operazione la risultante delle velocità orizzontali diminuisse colla stessa legge della risultante delle velocità verticali, la prominenza che si eleverebbe su quella base sarebbe ancora una specie di cono, cioè terminerebbe superiormente in un punto, e una retta condotta da questo punto a un punto qualunque della base si adagerebbe interamente sulla superficie esterna della prominenza. Però questa specie di cono sarebbe, come è evidente, un cono obliquo, ed una delle facce presenterebbe una pendenza assài più dolce che la faccia opposta.

131. Questo fenòmeno della diversità di pendenza fra le due facce opposte delle prominenze si produce ogni qual volta l'apertura da cui sgorga il liquido non è situata simmetricamente rispetto alle pareti della cavità, e serve a spiegare il perchè avvenga che quasi tutte le montagne ci mòstrino una notàbile differenza nel declivio dei due opposti versanti.

132. Notata così rapidamente questa conseguenza generale dello spostamento dell'apertura, prenderemo ad esaminare se in conseguenza delle variazioni che subisce continuamente la risultante delle velocità orizzontali si

producesse qualche fenòmeno che meritasse di occupare in un modo speciale la nostra attenzione.

Se noi volèssimo sottoporre a càlcolo esatto le variazioni delle velocità orizzontali proprie ai varj filetti liquidi che da tutti i punti dell'interna superficie della cavità convèrgono verso l'apertura, noi ci proporremmo un problema assài più interessante dal lato teòrico, che non dal lato delle applicazioni pràtiche delle quali è suscettibile.

133. Infatti, per modo d'esempio, le pìccole oscillazioni che la detta risultante subisce nella sua direzione non prodùcono che dèboli effetti sulla formazione della prominenza; e ciò per la ragione che il liquido, prima di potersi distèndere sull'elevata pianura ove serve al suo progressivo ingrandimento deve insinuarsi per lungo tratto entro un condotto capillare aperto nella direzione della risultante generale iniziale; il che, stante la resistenza delle pareti, òbbliga il liquido ad uscire costantemente dalla bocca superiore con una tendenza a proseguire il suo cammino nel senso dell'asse, e a scòrrere orizzontalmente, nel piano verticale medèsimo in cui quest'asse si trova, sopra una linea che rappresenta appunto la direzione della risultante orizzontale primitiva; d'onde poi segue che le variazioni che questa subisce, sebbene forse ancora sensibili all'apertura inferiore, non sono più tali quando il liquido giunge all'apertura superiore da cui fluisce.

134. Non si può però dire che avvenga altrettanto per le successive variazioni nella grandezza.

Queste sono assài maggiori che le variazioni nella direzione, e fanno sentire la loro influenza anche nel liquido già uscito dalla bocca superiore della prominenza, e prodùcono modificazioni nella forma della stessa, e qualche volta ben anche delle notàbili alterazioni.

Ingrossàndosi la crosta a poco a poco per istrati concèntrici, avviene che l'apertura si trova sempre più rincacciata verso una delle pareti della cavità, talchè il difetto di simmetrìa va continuamente crescendo.

135. Più tardi arriva l'istante in cui l'apertura tròvasi adossata alla parete, e la cavità ancora esistente situata per intero rispetto all'apertura da una medèsima parte. Incominciando da tale istante tutti i filetti liquidi che arrivano all'apertura vi pòrtano velocità orizzontali che tèndono ad accumularsi, mentre prima le velocità orizzontali dei filetti liquidi provenienti dalle parti opposte della cavità tendèvano ad elidersi. Segue allora un aumento notàbile e subitaneo della velocità orizzontale che trascina il liquido assài frequentemente a traboccare dall'alto della prominenza, discèndere fino al suolo ed ivi stèndersi in una macchia oblunga su cui, per l'accumulazione di quello che continuamente vi arriva dall'alto, elèvasi una nuova prominenza. Questa cresce saldàndosi all'antico tronco in modo da non formar più con esso che un corpo solo: ben presto ne raggiunge l'altezza, e poi cresce ancora, cosicchè la cima lànciasi frequentemente assài più in alto del tronco nominato.

136. Il rapporto fra l'altezza del primo tronco e l'altezza del secondo varia al variare del diverso grado di

eccentricità dell'apertura. Se questa è fin dal principio pròssima ad una delle pareti della cavità, il primo tronco larghissimo non può acquistare che piccolo sviluppo in altezza, e circonda da una parte la prominenza che si eleva sul secondo tronco a guisa di un esteso pianeròttolo destinato a facilitarne l'ascensione: quando per contrario l'apertura non è molto lontana dal centro, il primo tronco riceve un consideràbile sviluppo avanti che il liquido possa traboccare.

Inoltre accade spesso in simil caso che il liquido uscendo assài scarso verso il finire dell'operazione, quantunque trabocchi, non possa discèndere tutta la china della prominenza fino alla base, ed è allora che le tracce degli spandimenti rèstano visibili sui fianchi della montagna, e il secondo piccolo tronco elèvasi quasi in continuazione del primo, solamente alquanto spostato nella direzione della velocità orizzontale, al di sopra dei nominati spandimenti.

Infine quando l'apertura è situata non lontana dal mezzo fra il centro ed una parete, allora i due tronchi della prominenza presèntano tali proporzioni e tali forme che richiàmano alla nostra mente quelle di un gigantesco quadrùpede accosciato, portante la testa levata.

Frequentissime incòntransi nelle montagne le diverse forme di cui si è ora trattato, e i gruppi di quelle che rassomigliano ad animali coricati fèrmano in un modo particolare l'attenzione di tutti gli osservatori. Questi diversi atteggiamenti delle montagne non hanno più nulla di misterioso. Abbiam visto più sopra perchè un versante deve

èssere più rìpido dell'altro; ora sappiamo perchè i pianeròttoli compariscano quasi sempre dalla parte del versante a più dolce pendìo, e invece gli spandimenti sul versante opposto. I pochi casi nei quali s' incòntrano eccezioni, dipendendo dall' azione di forze vulcàniche, èscono dal confine della teorìa delle prette montagne della quale solamente stiamo ora occupàndoci, e saranno presi in considerazione più tardi.

137. I fatti dei quali abbiamo discorso si pòssono studiare sperimentalmente per mezzo del plutonio artificiale; e dove gli sperimenti scòstansi dalla teoria già esposta, il fanno per ravvicinarsi maggiormente alla rappresentazione dei fatti quali la natura li produsse quando dal seno della terra sòrsero le montagne.

Allorchè fra i dati del problema terremo il dèbito conto anche del non èssere i liquidi plutònici fra quelli che nel consolidarsi sèguono esclusivamente il modo della cera; mentre invece partècipano dell'altro modo (*V. Noz. prel., Art. IX, pag.* 34), ed anzi tèngono più a questo che al primo: allora soltanto la teoria concorderà perfettamente coi fatti quali questi ci vèngono forniti dal plutonio artificiale, o quali succedèttero alla superficie della terra per le azioni del plutonio naturale.

Quali siano le modificazioni che l' introduzione di questo nuovo dato apporterà alla soluzione del problema è ciò di cui passiamo ad occuparci negli articoli seguenti.

Articolo VIII.

Cenni sulle cagioni delle diverse strutture delle rocce plutòniche.

Differenze nel modo di consolidarsi dei liquidi plutònici a norma del loro diverso plutonismo — Liquido terrestre fortemente plutònico — Trasudamento del liquido terrestre alla superficie delle masse plutòniche — Liquido terrestre debolmente plutònico — Origine delle differenti strutture delle rocce plutòniche — Struttura schistosa.

138. Finora si era supposto che il liquido terrestre a somiglianza della cera fusa non si consolidasse che per istrati concèntrici, mentre invece sappiamo che, stante la sua natura plutònica, ei deve consolidarsi in un modo affatto differente, simile a quello presentato dal plutonio artificiale, e di cui si è data la descrizione all'*Art. IX delle noz. prel., pag. 34 e seguenti.*

La natura cristallina di tutte le rocce plutòniche non ci lascia alcun dubbio intorno a ciò.

139. Non vogliamo però tacere che il plutonismo del lìquido terrestre deve aver presentato notàbili differenze nella sua intensità; e ch'egli è perciò che molte rocce plutòniche, costituite sostanzialmente dagli stessi materiali, presèntano strutture affatto diverse. Queste sono sempre in stretta relazione colla qualità e quantità delle materie aeree contenute originariamente nel lìquido plutònico, e col modo seguito da esso nel consolidarsi.

140. Quando il liquido è plutònico in alto grado la consolidazione si compie interamente nel secondo modo

ricordato di sopra, e le rocce che ne risùltano possèdono una struttura eminentemente cristallina.

141. Le prominenze generate da un liquido fortemente plutònico presèntano la singolarità, che il liquido non apparisce esclusivamente sul piano mòbile superiore, ma trasuda ben anche da ogni punto delle pareti laterali; cosicchè alla vista l'intera prominenza presenta l'aspetto di un amasso di materia liquida, e non ci accorgiamo del nucleo sòlido che v'è al disotto se non pensando all'impossibilità che una materia liquida si sostenga da sè con quelle forme che le dette prominenze ci presèntano, e vada sviluppàndosi regolarmente nel modo che si è descritto negli articoli precedenti.

Infatti il liquido che si vede non è che una leggerissima spalmatura la quale pare che persista nel suo stato di liquidità per la ragione che, in càusa d'un movimento continuo e pressochè impercettibile, un altro velo di liquido è già accorso a ricoprirla prima ancora che la medèsima siasi interamente consolidata.

Per simile artificio codeste prominenze, nel mentre crèscono rapidamente in altezza, si dilàtano qualche poco anche nelle altre dimensioni, e nel loro laterale sviluppo imitano assài bene l'accrescimento trasversale dèl tronco degli àlberi, anche per ciò ch'esso va compièndosi lentissimamente e senza che la figura del corpo venga minimamente alterata.

Sì fatto trasudamento a cui va soggetta la prominenza estèndesi ben anche a tutta la superficie libera del plutonio, e vale a provarci che quando il plutonismo

dòmina il liquido completamente non gli permette di consolidarsi che per via d'innumerèvoli cristalli i quali per quanto col moltiplicarsi l'uno all'altro si avvicinino, pure non giùngono mai a costituire una crosta interamente sòlida senza alcuna soluzione di continuità.

142. Una crosta interamente sòlida incomincia ad apparire tosto che il liquido tròvasi in uno stato di plutonismo meno completo, ed anzi essa va ingrossando tanto più rapidamente quanto più questo mòstrasi pòvero d'aria e deficiente di plutònica attività.

Nel sòlido, che il plutonio ci fornisce in questo secondo caso, tròvasi intarsiata fra cristallo e cristallo la materia consolidata pel successivo ingrossamento della crosta la quale non presenta alcuna traccia apparente di cristallizzazione. Il liquido dappertutto, anche nell'interno, par che si sèpari in due porzioni dotate di plutonismo diverso e si consòlidi in due diverse maniere.

143. In ogni caso però il movimento dell'aria e il trasporto del liquido si còmpiono nella massa plutònica fra cristallo e cristallo, e questi presèntano forme diverse, e si sàldano insieme in guise varie a norma della qualità e quantità di gas che in essi circola, e a norma delle direzioni seguite da questo ne' suoi movimenti. E tutte le diversità di struttura delle rocce plutòniche si può crèdere che ripètano la loro origine dal variare di queste cagioni. Il plutonio artificiale ce lo dimostra apertamente col riprodurre tutte quante le diverse strutture che appartèngono alle rocce plutòniche. Per tal modo un simile fenòmeno viene ricondotto sotto la dipendenza immediata

delle forze plutòniche e non è, come molti pensàrono, la conseguenza di forze elèttriche [20].

144. Allorchè, per esempio, i cristalli pròssimi si sàldano insieme secondo piani paralleli, e il movimento del liquido e del gas si compie fra piano e piano, allora le pietre presèntano quella struttura che dicesi schistosa.

145. Nell'ipòtesi immaginata da Giovanni Herschel per spiegare l'origine della struttura schistosa, la stratificazione segnerebbe la strada secondo la quale il calore si dissipò. Se in luogo di calore avesse detto gas, egli avrebbe colpito perfettamente nel segno. Faremo infine notare che il plutonio artificiale ci ha dimostrato non èssere necessario ad ottenere la struttura schistosa che la massa già consolidata sia ricondotta per l'azione del calore ad uno stato di sèmplice rammollimento.

(20) Die Schieferung, so ferne sie nicht bloss eine feine Schichtung und mit der Hauptschichtung parallel, sondern von ihr abweichend an Richtung ist, scheint lediglich eine Folge von elektrischen und Kristallisation-Verhältnissen zu seyn, oft warscheinlich erst in Folge einer plutonischen Erweichung des Gesteins und findet sich vielleicht eben dessbalb nur an plutonischen und mit diesen verbundenen Gesteinen?

a. Herschel schrieb an Lyell über die Schieferung — « Wenn Gesteine durch Hitze wieder so erweicht werden, dass ihre Theile sich bewegen können, so muss ein allgemeines Gesetz diese Bewegung beherrschen und die Richtung der Theilchen bey der Abkühlung bestimmen. Vielleicht ist es die Richtung, in welcher die Hitze (oder nach *b* die Elektrizität) entweicht. Wenn nun die kristalle einer Art eine Neigung zu einerlei Lage haben, so kann diess die Schieferung bedingen. » — (*Lyell's Elements*, 240).

b. R. Fox liess voltaische Elektrizität einige Monate lang auf eine Masse mit säuerlichem Wasser durchfeuchteten Thons einwirken. Als sie hierauf trocken geworden, zeigte sie sich roh blätterig, und die Ebenen der etwas wellenförmigen Blätter waren rechtwinkelig zur Richtung der elektrischen Kraft. (*Lyell's El.* 239).

BRONN. Pag. 207.

Articolo IX.

Deformazioni cagionate nelle montagne dalle alterazioni delle loro basi.

In qual modo siasi realmente effettuata la consolidazione delle masse plutòniche. — Le aperture di comunicazione non sono mai punti o piccoli fori rotondi — Càuse generali che àlterano la figura circolare delle basi delle montagne — Dipendenza delle forme delle montagne dalla figura delle loro basi.

146. Prendendo a considerare nei diversi casi speciali la struttura delle rocce che costituiscono le montagne terrestri, la conformazione di queste e la qualità della loro esterna superficie, siamo tratti a conclùdere che il caso di plutonismo veramente perfetto ci si presenta di raro: di sòlito la consolidazione del plutonio che produsse le montagne si effettuò nel modo seguente.

Sulla superficie del liquido, partendo dalle pareti e in direzioni ad esse normali, si presentàrono i primi fili sòlidi i quali rapidamente si allungàrono, finchè incontràtisi nel loro cammino si saldàrono insieme, formando in tal modo la prima ossatura sòlida della crosta superficiale. Altri cristalli poi si ramificàrono da questi primi, e così andàrono dapprima formàndosi e poi sempre più stringèndosi le maglie della rete superficiale. Nel tempo medèsimo lo spazio frapposto a' cristalli vicini andava chiudèndosi per una pellicola più o meno sottile di materia non cristallina, e in tal maniera si trovò in breve tempo consolidata l'intiera superficie. Intanto che questo fenòmeno si produceva alla superficie, un fenòmeno affatto anàlogo andava succedendo al disotto della crosta e

così riempivasi la cavità di una rete di cristalli sòlidi che pigliàvano il loro movimento dalle pareti in direzioni ad esse normali, e andàvano in cento modi diversi incontràndosi e incrocicchiàndosi.

147. Questa prima formazione di materia sòlida diede origine ad uno svolgimento di gas che, movèndosi fra cristallo e cristallo, e seco trascinando parte della materia ancor liquida, si diresse verso uno o più punti della crosta, attraverso alla quale si aperse la strada forzàndola ov'era minore la resistenza, cioè rompendo la pellicola non cristallina, e rispettando i cristalli. Per tal modo l'apertura o le aperture, lunge dall'èssere punti o piccoli fori rotondi, come si suppose agli *Articoli V e VII*, dovèttero presentare l'aspetto di figure circoscritte da linee rette, figure generalmente molto lunghe nella direzione che conduceva alla parete più pròssima e poco larghe nella direzione ad essa normale.

Che se anche nel consolidarsi della crosta le comunicazioni fra la cavità e l'esterno per l'influenza de' movimenti plutònici restàrono naturalmente aperte, è chiaro ch'esse dovèvano ugualmente assùmere le figure or ora considerate e fiancheggiare i cristalli.

148. Essendo così alterata la figura dell'apertura, il liquido non doveva più riversarsi intorno ad essa secondo una figura circolare, ma invece secondo altre figure più o meno irregolari, e anch'esse, almeno in parte, limitate frequentemente da linee rette.

Inoltre ad alterare la figura rotonda della base concòrsero spesse volte due altre cagioni: 1.° la non perfetta

orizzontalità della crosta intorno all'apertura proveniente da ciò che sotto la forza premente del liquido diretto verso l'apertura, la crosta dapprincipio dèbole e flessibile doveva alquanto cèdere gonfiàndosi, sollevàndosi o contorcèndosi: 2.° la temperatura non idèntica nei diversi punti della crosta pròssimi all'apertura, per il che doveva variare la forza d'affinità che traeva il liquido a spàndersi uniformemente intorno ad essa.

Pertanto, trascurando ben anche di prèndere in considerazione le diverse circostanze puramente locali od accidentali che pòssono aver esercitata una sensibile influenza ad alterare la forma circolare della base delle montagne, vèdesi che alcune càuse pressochè generali dovèttero intervenire a rèndere difficile alle montagne di mostràrcisi effettivamente assise sovra basi circolari.

149. La forma della montagna dipende in gran parte da quella della sua base mentre, finchè il liquido scaturisce con regolarità, la montagna deve presentare nelle sue sezioni orizzontali figure sìmili a quella della base; epperò alle linee rette della base corrispòndono sul pendio della montagna dei piani inclinati, agli àngoli corrispòndono degli spigoli, ad ogni concavità corrisponde un infossamento, ad ogni convessità della base corrisponde un rigonfiamento sul pendio della montagna. Per tal modo ogni lieve cagione che modifica la forma della base estende la sua influenza alla formazione dell'intera montagna, e ne àltera completamente le forme.

150. Abbiamo presa in considerazione l'influenza esercitata dal modo di consolidarsi del plutonio come cagione

modificatrice della forma delle montagne, e abbiamo rapidamente poste in chiaro le tracce lasciate da questo fenòmeno sull'esterior superficie delle medèsime, ora ne conviene addentrarci un po' più, onde studiare gli effetti ch'esso produce nell'interno, e prèndere particolarmente in esame nel seno della cavità plutònica e delle montagne che vanno formàndosi la disposizione relativa delle parti sòlide e liquide. E poichè l'interno istesso della terra può èssere considerato come un'ampia cavità plutònica, non sarà fuori di luogo che qui alquanto ci soffermiamo ad esporre la nostra opinione sul modo col quale deve avere operato il processo di consolidazione anche là dentro.

Artìcolo X.

Consolidazione della terra.

La terra deve aver seguito nel consolidarsi le norme istesse delle masse plutòniche — Temperatura della terra poco avanti che cominciasse a consolidarsi. — Costanza della temperatura della terra — Opinioni di Fourier e di Poisson sul modo tenuto dalla terra nel consolidarsi — Modo realmente seguito dalla terra nel consolidarsi indicàtoci dal plutonio artificiale.

151. Le leggi che govèrnano i fenòmeni plutònici ci presèntano tali caràtteri di costanza e di generalità da non permètterci il sospetto che il liquido costituente la terra abbia potuto sottrarsi alla loro influenza, e pòrgerci l'esempio d'una vera eccezione.

152. Posto che questa grande gòcciola di plutonio abbia seguito nel suo consolidarsi le norme ordinarie, non avrà cominciato a gittar cristalli se non che quando tutta la massa aveva raggiunto presso a poco la temperatura

del punto di consolidazione. I moti idrostàtici del liquido rimescolando continuamente i diversi strati ne ravvicinàvano le temperature, e non le lasciàvano decrèscere fuorchè in un modo quasi uguale per tutta la massa.

153. Raggiunta ch'ebbe il liquido alfine la nominata temperatura, i moti idrostàtici cessàrono interamente, e cominciò la solidificazione per numerose e lunghe spranghe cristalline che andàrono attraversàndolo dall'una all'altra estremità: coll'attivarsi della cristallizzazione ebbe principio lo svolgimento delle materie aeree coi conseguenti moti del liquido: ciò contribuì a rèndere anche più omogenea la temperatura di tutte le parti liquide la quale d'altronde si sa che suol restare invariàbile finchè tutto il liquido non siasi consolidato.

Crediamo che in questo modo, meglio che negli altri finora proposti (21), si possa spiegare la diuturna costanza

(21) . . . . . . *à son tour l'aplatissement dénote la fluidité primitive de notre planète. Une enorme quantité de chaleur latente est devenue libre par la solidification de cette masse fluide, et si comme le veut Fourier les couches superficielles, en rayonnant vers les éspaces célestes se sont refroidies et solidifiées les premières, les parties les plus voisines du centre daivent avoir conservé leur fluidité et leur incandescence primitive. Longtemps cette chaleur interne a traversé l'écorce ainsi formée pour se perdre ensuite dans l'espace; puis à cette période a succédé un état d'equilibre stable dans la température du globe, en sorte qu'à partir de la surface, la chaleur doit aller en craissant graduellement vers le centre. En fait cet accroissement se trouve établi d'une manière irrecusable, au moins jusqu'à une grande profondeur, par la temperature des eaux qui jaillissent des puits artésiens, par celle des roches qu'on exploite dans les mines profondes et surtout par l'activité volcanique de la terre, c'est-à-dire par l'éruption des masses liquéfiées, qu'elle rejette de son sein. D'après des inductions fondées à la vérité sur des simples analogies, il est hautement probable que cet accroissement se propage jusqu'au centre.*

HUMBOLDT. *Cosmos*. Pag. 159.

della temperatura della terra, temperatura che non sarebbe disuguale e crescente se non che nello spessore della crosta sòlida che tutt'all'intorno la ravvolge; e siamo lieti di poter annunciare che le due famose ipòtesi di Fourier e Poisson sul modo tenuto dalla terra nel consolidarsi sono vere tutte e due per metà, ed hanno trovato il punto d'unione nel quale pòssono entrambe accordarsi (22).

(22) *Cette question a été l'objet des beaux travaux analytiques de Fourier, de Biot, de Laplace, de Duhamel et de Lamé. Dans la théorie mathématique de la chaleur, 1835, pag. 3, 428-430, 436 et 521-524. (Voy. aussi l'extrait qu'en a fait De la Rive dans la Bibliothèque Universelle de Genève, Tom. LX, pag. 415). Poisson a developpé une hypothèse complètement opposée aux vues de Fourier (Théorie analytique de la Chaleur). Il nie que le noyau de la terre soit actuellement à l'état liquide; suivant lui « lorsque la terre s'est refroidie en rayonnant « vers le milieu ambiant, les parties de la surface, qui se sont solidifiées les pre- « mières se sont aussitôt précipitées vers le centre et un double courant ascendant « et descendant a ainsi diminué la grande irregularité qui aurait eu lieu dans un « corps solide dont le refroidissement s'opère à partir de la surface ». Le grand géomètre admet que la solidification a débuté par les parties les plus rapprochées du centre; « que le phénomène de la chaleur croissante avec la profondeur ne « s'étend point à la masse entière du globe, et qu'elle est une simple conséquence « du mouvement de notre système planétaire dans l'espace céleste dont les diverses « parties possèdent en vertu de la chaleur stellaire des températures très différen- « tes ». La chaleur des eaux de nos puits artésiens ne serait donc, d'après Poisson, qu'une chaleur étrangère, qui aurait pénétré de l'exterieur à l'interieur du globe terrestre; « on pourrait comparer celui-ci à un bloc de rocher que l'on transporterait de l'équateur jusque sous les pôles, assez rapidement pour qu'il n'eut pas le temps de se refroidir entièrement: l'accroissement de température ne s'étendrait pas dans un tel bloc, jusqu'aux couches voisines du centre ». On peut lire dans les Annales de Physique et de Chimie de Poggendorff, Vol. XXXIX, pag. 93-100 les justes objections que cette singulière théorie cosmogonique a soulevées, en attribuant aux espaces célestes un phénomène qui s'explique bien mieux par le passage de la matière primitivement gazeuse à l'état actuel de solidification.*

HUMBOLDT *Cosmos*. Nota 137, pag. 564.

154. Sosteneva Fourier che la terra aveva dovuto consolidarsi prima all'esterno che all'interno, coprèndosi perciò di una crosta sòlida destinata ad ingrossare sempre più, finchè tutto il liquido che ancora ne riempie la cavità centrale si fosse ad essa saldato e interamente consolidato.

Sosteneva invece Poisson che il liquido terrestre più freddo doveva di mano in mano precipitar verso il centro; e che quindi la consolidazione doveva cominciare piuttosto là che non alla superficie; che il nucleo sòlido centrale ingrossàndosi doveva successivamente invàdere le regioni più esterne prima occupate dal liquido, e che per conseguenza la crosta che noi abitiamo doveva èssersi consolidata per l'ùltima.

Dava un'ingegnosa spiegazione del fatto che le temperature crèscono coll'approfondarsi nelle viscere della terra, e credeva dipendenti da càuse puramente locali tutti i fenòmeni che attèstano la presenza di materia ancora liquida nel seno della stessa.

Fourier voleva che la parte centrale della terra fosse interamente liquida, e dobbiam dire che la grandissima maggioranza dei geòlogi ha adottato questa opinione.

Poisson invece pretendeva che la terra fosse sòlida per intero, e segnatamente nella sua parte centrale dove, secondo lui, la consolidazione avrebbe dovuto prècedere quella d'ogni altra parte.

155. Riferèndoci a quanto ci viene insegnato dal plutonio artificiale, siamo tratti a conclùdere che la regione centrale della terra si trova in parte solidificata e in

parte persiste nell'antico stato di liquidità. Dappertutto nel plutonio che va consolidàndosi la materia sòlida apparisce in mezzo alla liquida; l'una è adossata all'altra e tròvasi nell'altra intarsiata.

Qual progresso abbia fatto la terra verso la sua completa solidificazione si potrebbe con qualche approssimazione valutare dietro le considerazioni seguenti.

Tutta la materia che si trova sovrastare al fondo dei mari uscì dal seno della terra per la consolidazione del plutonio terrestre, come le catene di monti uscirono dalle loro masse plutòniche per la consolidazione del liquido che le costituiva. Ora, se tra il volume della materia sollevata e il volume primitivo della materia da cui quella uscì si trovàssero nei due casi rapporti uguali, sarebbe giusto il conclùderne che la consolidazione della terra è tanto avanzata quanto quella della massa plutònica con cui si è fatto il confronto. Intèndesi inoltre come nel determinare gli ùltimi due tèrmini della detta proporzione, alla mancanza di cognizioni precise sulla grandezza dei volumi accennati, si pòssa supplire sostituendo i pesi specifici delle rocce solidificate e quelli delle rocce medèsime ridotte per mezzo del fuoco in istato di liquidità.

Ma lasciamo per ora questo argomento nel quale non ci è dato di maggiormente internarci, e facciamo ritorno allo studio delle nòstre montagne.

Articolo XI.

Rapporti costanti fra i diversi elementi delle montagne.

Forme tipiche delle montagne — Varietà dei modi di comunicazione fra l'interno delle montagne e le cavità plutòniche — Come le montagne in consegnenza dei diversi modi accennati vèngano modificate nei loro aspetto esteriore e nella struttura delle rocce da cui sono costituite — Creste — Moltiplicità delle cime — Forme complementari di cime attigue — Rapporti fra l'altezza del piedestallo comune alla montagne d'una catena e l'altezza delle loro cime — Dipendenza reciproca dei diversi elementi delle montagne.

166. L'esistenza di rapporti costanti fra le forme delle montagne e la qualità delle rocce da cui sono costituite è un fatto già riconosciuto ed ammesso da tutti i geòlogi (23).

(23) Steil, fast unersteiglich, erheben sich Porphir-Kegel aus den sie umlagernden Gebilden. Die kühne Gestaltung lässt, oft aus weiter Ferne schon, die Natur des Gesteines erkennen. Unabhängig von einander, ohne sichtbares gegenseitiges Verband, steigen die einzelnen Höhen empor; sie endigen in scharfen meist sehr schmalen Rücken, in zackigen Kämmen.

Leonhard. T. II, Lez. 25, pag. 187.

Hoch aufgethürmte Felsen-Mauern von Diorit ragen, aus den sie umschliessenden, leichter zerstörbaren, Gesteinen hervor, oder es erhebt sich die Felsart in scheinbar isolirten Bergen und Hügeln .... Solche Berge steigen nicht selten sehr an; sie haben Kegel-Gestalten, ihre Felsen durch und durch zerklüftet, sind bloss grosse Haufwerke runder Massen, ihre Abhänge sicht man besetzt mit zahllosen Kuppen und Klippen.

Leonhard. T. II, Lez. 27, pag. 269.

Mannigfaltige wahrhaft abendtheuerliche Bildungen; unersteigliche Mauern, zackige Massen, zerspaltene Felsen-Reihen mit zerrissenen, pralligen Wänden; Grotten nnd mehr noch offene Gewölbe, beim Zusammenbrechen mächtiger Bänke erstanden; furchtbar starrende Abgründe; Spalten, nur wenige Fuss breit; tiefe, rauhe Schluchten, enge, wilde Thäler; diess sind die Erscheinungen, wodurch Quader-Sandsteine sich kenntlich machen.

Leonhard. T. III, Lez. 40, pag. 225.

Quest'articolo è destinato a mèttere in chiaro la càusa di tali misteriosi rapporti, e ad additare fra le innumerèvoli forme delle montagne quelle poche, le quali si pòssono considerare come tipiche o fondamentali, e intorno a cui tutte le altre dèbbono naturalmente raggrupparsi.

157. Nella formazione di qualunque montagna, appena che il liquido s'è riversato fuori dall'apertura, distèndesi in un sottile straterello a disegnarne la base. Una sòlida crosta divide questo straterello dalla cavità plutònica, e i due liquidi comùnicano fra loro per mezzo dell'apertura. Ma quest'apertura non resta sempre isolata, mentre il calore del liquido superiore alla crosta, congiungendo la sua azione a quella del liquido sottoposto, finisce col forare in varii punti fra cristallo e cristallo la pellicola non cristallina; epperò si può dire che la prominenza appena sorta dal suolo va moltiplicando le sue radici.

158. Il nùmero di queste aperture dipende evidentemente dalla temperatura del liquido e dall'estensione dal medèsimo occupata, ma soprattutto dipende dall'energia del suo plutonismo. È noto che quando questa è considerèvole predòmina nel liquido la consolidazione per via di cristalli, e la pellicola non cristallina resta dèbole e sottile, cosicchè cede dovunque, e allora fra la base della prominenza e la cavità plutònica si fòrmano innumeràbili punti di comunicazione, e la crosta resta traforata a guisa d'un vaglio.

159. Se invece il plutonismo è poco attivo, la consolidazione per istrati concèntrici procede rapidamente,

cosicchè la crosta acquista robustezza e spessore, e difficilmente si rompe, e la prominenza è obbligata a crèscere pel liquido, che in lei s'insinua ad alimentarla, proveniente dall'ùnica apertura primitiva.

160. Un nùmero limitato di aperture compreso fra le innumerèvoli del primo caso e l'ùnica del secondo va stabilèndosi più o meno grande a norma del rapporto secondo il quale funziònano nel liquido plutònico i due diversi modi di consolidazione.

161. Le montagne pòssono adunque ritrovarsi in tre casi diversi quanto al nùmero delle loro radici, le quali ora sono innumerèvoli, ora in nùmero limitato, e qualche volta ridùconsi ad una sola.

A norma di questi tre casi le montagne presèntano differenze nella loro interna struttura e nel loro aspetto esteriore.

162. Le montagne che succhiàrono il liquido per innumerèvoli radici sono quelle che òffrono esempj della struttura cristallina più minuta e più omogenea. I cristalli, che nel seno della prominenza vanno svolgèndosi in direzioni pròssime alla verticale, ripòsano sui cristalli orizzontali della crosta, e il liquido sopravveniente, superati questi ùltimi e insinuàtosi fra le pareti esterne di quelli, giunge fino alla superior superficie ove forma il nuovo straterello, il quale si consòlida agli orli per una sottile pellicola non cristallina, e promove lo sviluppo in lunghezza di tutti i cristalli della prominenza, meno quelli che mettèvano capo alla pellicola or nominata. A questo modo, coll'allungarsi dei cristalli, cresce l'ossatura sòlida della

prominenza, e siccome essi qualche poco anche s'ingròssano e màndano rami, così avviene che i canali innumerèvoli, entro i quali deve penetrare il liquido per giùngere allo scoperto, divèntano sempre più capillàri, ma non si ostruiscono se non colla completa solidificazione di tutto il liquido, quando la prominenza ha cessato di svilupparsi e anch'essa si chiude.

In questo caso la direzione principale di tutti i cristalli della montagna è parallela all'asse della medèsima, e dinota la direzione secondo cui nell'interno della montagna avvenne il movimento del liquido da cui essa trasse l'origine. Siccome per altro le direzioni del movimento del liquido proveniente dalle numerose radici non sono dappertutto esattamente parallele, così si genererà pure qualche difetto di parallelismo anche nelle direzioni dei cristalli; però le deviazioni non si faranno saltuariamente, ma bensì grado a grado per una specie d'insensibile transizione.

163. Quando la prominenza conta un nùmero limitato di tronchi radicali, la struttura delle rocce da cui risulta costituita non presenta più lo stesso caràttere di omogeneità. Al di sopra di ciascuna apertura vanno ancora formàndosi dei cristalli paralleli alla principal direzione del movimento del liquido; ma tutt'all'intorno i cristalli si diràmano come raggi da un centro, e i cristalli che irràdiano dai centri diversi, ove s'incòntrano, si congiùngono sotto àngoli più o meno risentiti.

164. Ed anche, quando i cristalli elementari si sàldano insieme per modo da produrre la struttura schistosa,

avviene che fasci estesissimi di laminette parallele tutt'a un tratto si pièghino ad àngolo continuàndosi con altre laminette anch'esse parallele fra loro, ma dirette diversamente dalle prime.

I geòlogi fùrono spesso tentati di attribuire agli schisti un'origine netùnnica, e collocarli fra le rocce di sedimento; ma l'impossibilità di mèttere una tale opinione d'accordo colla frequente apparizione degli àngoli di cui abbiamo parlato li preservò dall'adottarla.

165. Quando la prominenza mantiene coll'interno un'ùnica via di comunicazione, i cristalli orizzontali mòstransi simmetricamente disposti intorno ai cristalli verticali sovrastanti all'apertura; però siccome in questo caso la crosta non cristallina cresce rapidamente, così nella roccia tròvansi i cristalli, si può dir quasi, sommersi entro una pasta omogenea compatta di apparenza non cristallina.

166. Nel caso di aperture innumerèvoli la montagna va crescendo con grande regolarità, e all'alto si chiude in una cresta tagliente situata quasi affatto in un piano. Essa elèvasi gradatamente dalle due estremità, e porta il punto più culminante verso la parte centrale.

167. Nel caso di un nùmero limitato di aperture i vasi capillari che si fòrmano nel seno della montagna subiscono frequenti anastòmosi, ed è per mezzo di queste che il liquido proveniente dalle diverse sorgenti, comunicando liberamente, fa crèscere la montagna con grande regolarità, come se provenisse da un'ùnica apertura, o come abbiam visto accadere quando esso scaturisce da innumeràbili radici. Però col progredire della solidificazione,

sempre più scarso affluendo il liquido alle diverse aperture, avviene spesso che le comunicazioni laterali si ostruiscono, e allora il liquido proveniente dai diversi tronchi radicali lavora nell'interno della montagna in càmere separate, manifestando forze di ascensione indipendenti e distinte. Vèdesi rómpersi tutto ad un tratto l'uniforme orizzontalità del liquido che ricopriva il tronco della montagna fatto in comune, e dimostrarsi evidenti le nuove individualità colle diverse sporgenze che il liquido assume sovra i diversi punti di quella vasta pianura. In quell'istante comincia il lavoro di varj piccoli monti separati che vanno formando le diverse cime della montagna, e queste, le quali nel maggior nùmero de' casi tèrminano acuminate, acquistano generalmente altezza maggiore di mano in mano che dalle due estremità vanno procedendo verso la regione centrale.

168. Dobbiam qui notare che qualche volta per l'ampiezza della superficie superiore e la scarsità del liquido che vi perviene, succede la separazione all'esterno anche prima che sia consumata nell'interno della montagna. Vèdesi pertanto come in ambi i casi possa frequentemente stabilirsi fra le parti sporgenti e rientranti di varie cime contigue quella miràbile corrispondenza che ferma l'attenzione di tutti gli osservatori alla vista di certe montagne.

169. Le montagne che sono alimentate da un'ùnica apertura generalmente finiscono in alto con un'ùnica cima; e nelle catene di monti di questa categorìa la màssima cima elèvasi di sòlito assài più in alto che non sia la media altezza della linea di separazione delle acque.

In quelle ove ciascuna montagna ha varie radici e varie cime, le pendenze cominciano a farsi un po' più ripide, e va ravvicinàndosi l'altezza della màssima cima all'altezza media della linea di separazione delle acque.

Molto erte sono le pendenze nelle montagne a innumeràbili aperture, e vi si trovano assài di rado cime isolate che raggiùngano altezze di qualche rilievo.

170. Dietro queste considerazioni abbiamo riconosciuto esistere tra la forma esterna della montagna, la sua interna struttura, la qualità della crosta che l'involge, il nùmero delle cime e quello delle radici, rapporti reciproci e costanti. Tutti gli elementi d'una montagna sono in stretta dipendenza l'uno dall'altro, cosicchè la cognizione dell'uno di essi apre largamente la via alla cognizione di tutti gli altri.

171. È noto come l'insigne Cuvier, dietro lo studio di qualche osso fòssile, arrivava a ricostruire per intero le strane forme di perduti animali. Eppure l'anatomia comparata è ancora assài lontana dal toccare l'ùltimo grado della sua perfezione. Se questa scienza ci fosse interamente conosciuta, stante la stretta dipendenza che dèvono avere fra loro le diverse parti che costituiscono un animale, troveremmo compendiate in una qualunque di esse la storia completa di tutte le altre.

172. Nel modo istesso ora siamo in grado di asserire che, se le leggi della formazione dei monti fòssero interamente scoperte, ogni frammento di montagna ci fornirebbe dati sufficienti per intraprèndere della medèsima una descrizione dettagliata e fedele.

Articolo XII.

Forme effettivamente presentate dalle montagne.

Diversa pendenza dei due versanti opposti delle montagne — Qual relazione vi sia tra l'obliquità dell'asse delle montagne e la direzione delle correnti le quali dièdero origine alla massa plutònica delle montagne medèsime — Traboccamento del liquido plutònico — Effetti prodotti dalla forza catallitica nella conformazione delle montagne — Montagne a base troppo limitata — Montagne a base troppo estesa — Origine di molti altipiani.

175. Ora che si conosce più davvicino il vero modo secondo il quale il liquido plutònico si move nell'interno delle prominenze per recarsi allo scoperto dove si consòlida, sarà bene che ritorniamo brevemente sulla quistione delle varie figure e dei diversi atteggiamenti dei monti, onde modificare o completare quanto si è già esposto agli *Articoli V e VII.*

Il fenòmeno della diversa pendenza dei due versanti apparisce indifferentemente in tutte le montagne, qualunque sia il nùmero e la disposizione delle loro radici. Per le ragioni che si addùssero all'*Articolo VII*, tutte quelle che tròvansi disposte sulla medèsima linea, fatta astrazione di poche eccezioni, dovranno rivòlgere il pendio più ripido dalla medèsima parte. Partendo dagli stessi principj s'intende senza difficoltà perchè in generale le catene secondarie, le quali fianchèggiano parallelamente da ambo i lati la catena principale, dèvono rivòlgere verso di questa il loro versante più ripido. Siccome del liquido, che la cavità plutònica manda da tutte le parti verso le

radici della catena, ciascuna montagna assorbe la sua tangente, così di quello, che proviene da uno dei lati della catena principale, poco ne può giùngere ad alimentare le catene secondarie che sòrgono dall'altro lato; epperò in queste, formate per la più parte a spese di liquido proveniente ad esse nella direzione che conduce verso la catena principale, anche la risultante delle velocità orizzontali del liquido sarà rivolta verso quel lato; e così le montagne delle catene secondarie poste ai due lati della catena principale avranno i loro assi inclinati all'orizzonte con direzioni verso l'alto convergenti, o, ciò che è lo stesso, i versanti più ripidi saranno d'ambo i lati della catena principale rivolti verso di essa.

Finalmente s'intende anche perchè, quando due catene di monti sòrgono quasi parallele fra loro dalla superficie di una stessa cavità plutònica, ovvero anche di due cavità plutòniche conterminanti fra l'una e l'altra catena, i versanti più ripidi in ambe le catene dèvono trovarsi di fronte.

174. La teoria c'insegna che così deve èssere, e le osservazioni fatte dai geòlogi sulle montagne del nostro globo pòrgono una luminosa conferma della teoria.

Infatti venne osservato che in generale nelle catene di monti che còrrono dal nord al sud il versante occidentale è più ripido che il versante orientale, e che per quelle le quali vòlgonsi dall'ovest all'est il versante più ripido guarda il mezzodì. Si deve al Saussure l'aver richiamata l'attenzione dei naturalisti sul fenòmeno della convergenza delle cime dei monti che si elèvano ai due

lati opposti della catena centrale, fenòmeno la cui generalità ora è riconosciuta da tutti (*).

175. La càusa per cui le montagne non sòrgono ritte si è messa in chiaro all'*Articolo VII*, e si è veduto consistere in ciò, che la massa plutònica non è simmetricamente disposta intorno alla linea sulla quale sòrgono le montagne. Ora tutto ciò che influirà a far variare la posizione di questa linea potrà considerarsi come una càusa indiretta o remota del fenòmeno in discorso. Egli è sotto questo titolo soltanto che non potremo considerare come indifferente la direzione tenuta nel loro movimento dalle correnti plutòniche, allorchè dapprincipio sbucàrono dal seno della terra. I liquidi plutònici durante il moto fanno incessanti pèrdite di calore e di gas, e per conseguenza nelle grandi masse plutòniche, dal luogo di loro origine fino agli estremi confini a cui si spingono, si va producendo un difetto notàbile di omogeneità. La linea dei punti dai quali uscirà il liquido a formar le montagne è soggetta all'influenza della nominata circostanza, dal che ne segue esistere bensì fra l'obliquità delle montagne e il movimento primitivo del liquido plutònico un lontano legame di dipendenza, ma non già un rapporto immediato o diretto, come non pochi naturalisti èrano inclinati a pensare.

176. Circa le figure o le pose delle montagne poco è da aggiùngere a quanto fu detto all'*Articolo VII*, succedendo le cose all'incirca come vènnero ivi descritte,

(*) Berghaus, T. II, Cap. 37, pag. 447, 448, 449.

sebbene il canale che guida il liquido nella prominenza non sia ùnico, e la consolidazione non avvenga per strati concèntrici come allora si era supposto.

La sola modificazione di qualche importanza è relativa al traboccare del liquido; fenòmeno il quale, come si è veduto, è la conseguenza di un notàbile e subitaneo aumento della risultante delle velocità orizzontali. Ora è chiaro che le variazioni di tale risultante sèguono leggi diverse da quelle che nel citato articolo vènnero esposte. Le superfici, sulle quali vanno successivamente depositàndosi i nuovi cristalli invece di diminuire col progresso della solidificazione, come allora supponèvasi, vanno di mano in mano aumentando: cresce per conseguenza la quantità di aria la quale diventa libera nei successivi periodi della consolidazione, e la quantità d'aria rappresenta ad ogni istante la forza motrice. La massa liquida che viene messa in moto va continuamente scemando, epperò la velocità di ciascuna molècola liquida dovrebbe andar crescendo così per l'una come per l'altra ragione.

D'altra parte col progresso della consolidazione, moltiplicàndosi i canali sòlidi attraverso i quali il liquido deve passare e restringèndosi il loro diàmetro, crèscono rapidamente le resistenze, e queste, stante la compressibilità del liquido plutònico càrico di materie aeree, frènano la sua velocità, cosicchè in ùltima anàlisi le velocità effettive ora sono in aumento ed ora decrèscono.

In mezzo a tali frequenti oscillazioni delle velocità il traboccare del liquido succederà una o più volte, od anche non succederà a norma della configurazione della

cavità plutònica e della posizione più o meno eccèntrica occupata dalle montagne al di sopra della sua superficie.

L'esistenza sull'alto de' monti di certi viòttoli naturali, di cui l'uomo approfitta per aprirsi fàcili comunicazioni fra luoghi lontani, e lungo i quali appunto perciò vediamo sòrgere più frequenti gli abituri e i villaggi e agglomerarsi l'industre popolazione dei luoghi elevati, vale a persuaderci non sia stato raro il caso che, senza un abbondante rovesciarsi del liquido fino alla base, i successivi tronchi della montagna siansi alquanto spostati nella direzione della velocità orizzontale.

177. Eccetto questo caso e quello della moltiplicità delle cime, la superficie delle montagne difficilmente mòstrasi interrotta per qualche salto o soluzione di continuità.

Alcune tra le forze che protèggono lo svolgimento regolare e continuato di tal superficie vènnero prese in considerazione all'*Articolo VI*. Ora aggiungeremo qualche parola a mèttere in vista una càusa a cui finora non si ebbe che poco riguardo, e che nella produzione di questo fenòmeno prende una parte attivissima e preponderante.

Abbiamo già fatto notare che la consolidazione dei liquidi plutònici è principalmente provocata dal contatto colla materia già solidificata, e va procedendo col successivo distendersi di questa in direzioni rettilinee (*Vedi Noz. prel. Art. IX, pag.* 34 *e seguenti*). La forza catalitica che prende una parte sì grande e necessaria nella consolidazione di tutti i liquidi plutònici è la cagione principale per cui nella formazione delle prominenze si presèntano i fenòmeni seguenti.

La crosta della prominenza, una volta disegnata intorno al primo stratcrello di liquido che ne forma la base, va, quasi indipendentemente dalle altre circostanze, nel suo successivo sviluppo conservando rispetto all'orizzonte la sua primitiva inclinazione.

178. In prova di ciò gioverà l'accennare che se per qualche insòlita resistenza il primo liquido esce troppo scarso dalle radici della prominenza, e quindi si spande in una base più piccola di quanto sarebbe richiesto dalla massa del plutonio contenuto nella cavità, la prominenza va ciò non ostante proporzionàndosi a quella base, e sorge sulla medèsima regolarmente rastremàndosi e infine chiudèndosi assài prima che tutto il liquido nell'interno della cavità siasi consolidato. L'eccesso di forza plutònica si sfoga in questo caso col far rigonfiare il terreno su cui la prominenza andava elevàndosi, e col produrre altri fenòmeni di cui converrà parlare più avanti.

179. Qualche cosa di somigliante si verifica ben anche nel caso contrario, quando per grande ricchezza di materie aeree il liquido plutònico, dotato di soverchia mobilità uscito dalle radici in copia eccessiva, distèndesi a formare una larghissima base. La prominenza innàlzasi regolarmente su questa base; le sue pareti elevàndosi dal suolo non vàriano l'àngolo ch'esse facèvano dapprincipio coll'orizzonte, e la rastremazione procede così lenta come se la prominenza dovesse raggiùngere un'altezza straordinaria.

180. Però, coll'avanzarsi della consolidazione nel seno della cavità plutònica, il liquido va scaturendo sempre più scarso, e finalmente poche gòcciole dello stesso, le

quali pure vanno uniformemente distendèndosi sull'ampia superficie superiore, sòrgono ad avvertirci che ogni forza plutònica è esaurita, e che il liquido della cavità è interamente consolidato.

181. La sommità della prominenza in questo caso resta una vasta pianura.

Moltissimi altipiani èbbero origine dalla càusa or menzionata, e pòrtano sulla loro faccia superiore tali caràtteri per cui riesce facilissimo il distinguerli da quelli che còntano un'origine alquanto diversa.

Articolo XIII.

Alterazioni di forme nelle montagne dovute a càuse esteriori.

Le influenze atmosfèriche dovèvano èssere assài più considerabili anticamente che non al presente — Come dovèvansi comportare anticamente l'acqua e il suo vapore avuto riguardo alla temperatura elevatissima della superficie terrestre — Modificazioni prodotte nelle montagne dalle influenze atmosfèriche. — Azioni meccàniche delle rocce contigue — Spaccature delle masse plutòniche in corso di consolidazione — Esperimenti diretti allo scopo di determinare le conseguenze che dovèvano derivare dalle accennate spaccature — Innesto minerale — Applicazioni degli eseguiti esperimenti alla spiegazione di varj fenòmeni naturali avvenuti durante la formazione delle montagne.

182. Che il processo cui le montagne dovèttero la loro formazione siasi generalmente compiuto con grande regolarità, e come, quand'anche qualche volta la regolarità del processo era in difetto, non ne potesse venire alterata la regolarità degli effetti, è l'argomento principale di cui ci siamo finora occupati. Forme, struttura, distribuzione delle montagne concòrsero a gara a fornirci

le prove dell'accennata regolarità; con tutto ciò non màncano argomenti a dimostrarci che in alcuni casi la regolarità del processo fu notabilmente alterata. Le càuse di tali perturbazioni dovèvano necessariamente avere la loro sede o nell'interno della massa plutònica, o fuori della stessa.

183. Ora ci proponiamo di prèndere brevemente in esame le principali fra esse, incominciando dalle càuse esteriori le quali, pel plutonio a superficie libera, si pòssono tutte riferire alle azioni atmosfèriche, od alle azioni meccàniche delle masse plutòniche circostanti.

184. Quanto alle azioni atmosfèriche dovremo limitarci a poche considerazioni generali per dimostrare che esse pòssono assài bene aver esercitato alcune delle influenze di cui ora parliamo; mentre l'entrare dettagliatamente nell'argomento ci è impedito dall'insuperàbile difficoltà di potere attualmente valutare, nemmeno per approssimazione, le condizioni dominanti nell'atmosfera terrestre durante l'època remota della formazione dei monti.

185. Certo che se qualche catena di montagne fosse ancora in corso di formazione, non sarèbbero affatto a trasandarsi le influenze che la nostra atmosfera attuale potrebbe esercitare sul regolare procedimento di quel grande fenòmeno. Un vento freddo, una pioggia dirotta, la caduta della neve o della gràndine dovrèbbero necessariamente modificare le condizioni fisiche di quello straterello di plutonio liquido che siede sempre allo scoperto sulla sommità della prominenza in corso di formazione,

ed obbligando alcune porzioni dello stesso a solidificarsi intempestivamente, finirèbbero coll'alterare sensibilmente il regolare andamento del processo; la struttura dovrebbe modificarsi, fenòmeni insòliti e forme inusitate potrèbbero prodursi.

186. In quelle èpoche remote la temperatura della superficie terrestre era molto più ardente, e l'atmosfera distendèvasi intorno alla terra fino ad una distanza smisurata. Molte sòstanze che ora sono sòlide o liquide allora ne facèvano parte, e l'acqua ridotta in vapore rispetto all'acqua liquida presentava un rapporto assài più grande che attualmente. In conseguenza i fenòmeni meteorològici d'allora, paragonati ai fenòmeni anàloghi dell'època attuale, dovèvano compièrsi sovra una scala sommamente maggiore.

187. Nè il calore straordinario della terra e degli strati atmosfèrici ad essa adiacenti poteva impedire che il vapore acqueo negli strati lontanìssimi si comportasse come negli strati elevati della nostra atmosfera, e si convertisse in pioggia o neve che, rovesciàndosi sulla terra in copia smisurata, finisse coll'investire la prominenza e coprirne lo strato liquido superiore. Le scoperte fatte dal chiaro Boutigny sullo stato sferoidale della materia ne assicùrano non èssere stato impossìbile all'acqua o alla neve, senza convertirsi in vapore, il riposare lungo tempo sovra un sòlido incandescente o sovra materia fusa dotata di temperatura ancor più elevata. Però questa materia a lungo andare per la vicinanza del corpo freddo doveva anticipare la sua consolidazione.

188. In questo caso, se il liquido plutònico sottoposto potèa dar fàcile sfogo alla sua attività cambiando direzione e recàndosi allo scoperto per altre uscite, è manifesto che quelle lievi cagioni avranno potuto arrestar la montagna nel corso di sua formazione, sopprimèndone la cima, e convertèndola in un vero altipiano.

Che se per contrario il plutonio sopravveniente, non potendo trovare altre vie, era costretto a combàttere la nuova resistenza, avrà spezzato dappertutto lo straterello superiore recentemente solidificato, e scaturendo tramezzo ai frantumi avrà formato al di sopra di essi un nuovo strato lìquido che si sarà consolidato come il precedente, e che come questo sarà stato sfrantumato per lasciar il passaggio al nuovo liquido sopravveniente il quale si sarà comportato a sua volta nel medèsimo modo, e ciò finchè fosse scomparsa ogni traccia della neve o dell'acqua; cosicchè il liquido avesse potuto di nuovo uscire all'aperto senza trovare impedimenti, e fosse per conseguenza ristabilita la regolarità del processo.

Vèdesi che nel caso ora descritto, su tutta la linea delle montagne ove il fenòmeno ebbe luogo, deve èssersi formato in seno alla viva roccia uno strato di materia presentante qualche somiglianza coi conglomerati.

189. L'altra càusa esteriore d'irregolarità di cui dobbiamo discòrrere è riposta nelle azioni meccàniche che le rocce sottoposte o confinanti alla massa plutònica pòssono avere esercitato sopra di essa.

190. Se anche al dì d'oggi noi vediamo fèndersi qualche volta per immense estensioni il più sòlido terreno,

ovvero gonfiarsi o patire forti scuotimenti, non dobbiamo porre in dubbio che questi medèsimi fenòmeni, con maggior gagliardia e più frequenza, àbbiano dominato in seno alle rocce recentemente solidificate, quando per l'intensità del calore che ancora le invadeva non potèvano le loro parti integranti aver raggiunto uno stato d'equilibrio molto stàbile. Pertanto come vediamo ai dì nostri un terremoto sottomarino scuòtere insieme col fondo del mare anche tutte le acque in esso contenute, così poteva, anzi doveva, spesso avvenire che le cavità plutòniche, pei frequenti terremoti delle rocce sòlide su cui riposàvano, patissero nella loro totalità o almeno parzialmente dei grandi commovimenti, conseguenza dei quali dovèvano èssere moltiplici e lunghe fenditure nella crosta superiore con uno spostamento più o meno grande de' suoi diversi frammenti.

191. Rotta la crosta parrebbe naturale che il liquido plutònico, trovando nuove uscite attraverso alle spaccature della stessa, dovesse abbandonare almeno in parte il cammino, che dapprima ei seguiva per recarsi allo scoperto, epperò le prominenze in corso di formazione si alteràssero completamente nel loro ulteriore sviluppo per difetto di liquido nutritivo.

192. Per altro a formarci idèe più precise sulla natura de' fenòmeni che in tali circostanze si dovèvano produrre, riesce assài giovèvole il consultare il plutonio artificiale. Ora gli esperimenti che praticài a questo scopo mi offèrsero alcuni risultati tanto più interessanti, quanto meno era fàcile il prevederli. Infatti chi non avrebbe creduto

che, intaccando la crosta orizzontale così profondamente da méttere allo scoperto il liquido plutònico, questo, dotato di tanta forza d'ascensione da poter raggiùngere la sommità della prominenza, non dovesse scaturire con impeto dalla nuova apertura praticata in luogo tanto più basso? Invece il plutonio non pènetra nell'aperta ferita che con difficoltà e lentezza, e quando è salito fino a toccarne i màrgini superiori, saldàndosi ad essi, la cicatrizza completamente; e la formazione della prominenza procede avanti senza sensibile alterazione.

Dilatando e approfondendo l'apertura ciò solo accade di nuovo che il liquido che vi affluisce può elevarsi qualche poco al di sopra del livello della crosta circostante, e la ferita si chiude; ma resta una piccola escrescenza a rammentarci ov'essa esisteva. La prominenza anche in questo caso non dà segno di risentirne, e progredisce tranquillamente nel suo normale sviluppo.

A cagionare in essa notàbili alterazioni, od anche a interròmpere subitaneamente il suo sviluppo, è necessario che la cavità plutònica venga in tutta la sua lunghezza spaccata in due o più parti: allora il moto del liquido prende nuove direzioni, accorre alle spaccature, e di là si eleva a formar serie di prominenze che ne sèguono tutte le ramificazioni.

I fenòmeni ora descritti sono assài strani e singolari e ci costringono a conclùdere che il liquido plutònico, allorchè li produce, compòrtasi piuttosto come gli umori nutritivi nelle piante e negli animali, che non come i liquidi inorgànici nei vasi comunicanti.

193. Ma un fenòmeno non meno strano e singolare ci vien presentato allorquando, messo allo scoperto il liquido plutònico mediante una leggiera ferita della crosta, si versi in questa dall'esterno una piccola quantità del liquido plutònico istesso, in modo che i due liquidi siano comunicanti fra loro nel mentre che quella parte del secondo che sporge al di sopra della crosta comincia a consolidarsi. Avviene allora sovente che il liquido esterno consolidàndosi attiri a sè il liquido interno, il quale, continuando poi ad accòrrere in quel luogo per la forza espansiva sua propria, dà origine ad una nuova prominenza; nè le prominenze già in corso di formazione arrèstansi perciò nel loro sviluppo; chè anzi danno pochi segni d'alterazione, quantunque siano scemate di tutta quella materia che ha deviato per recarsi ad alimentare la nuova formazione.

Alcune volte, perchè un tal fenòmeno si produca, basta una sèmplice puntura, e lo osservài persino manifestarsi spontaneamente da sè, senza che si fosse praticata nella crosta la più piccola lesione; e ciò quando l'umore sovrabbondante traboccando dalla sommità della prominenza trovava di annicchiarsi in qualche risvolta o piegatura della medèsima, od anche semplicemente si accumulava a' suoi piedi.

Questo fenòmeno, ch'io mi permisi di chiamar strano e singolare, perchè nel regno minerale non se ne osservò forse alcun altro del medèsimo gènere, è invece comunissimo nel regno vegetàbile, e ci si presenta ogni qual volta la gemma d'una pianta si mette in comunicazione,

per mezzo d'una ferita praticata nella corteccia d'un ramo, col liquido vegetàbile che può nutrirla. È noto che la pràtica degli innesti è interamente appoggiata alla cognizione di simile proprietà.

Le analogie fra l'innesto minerale e l'innesto vegetàbile sono sì grandi ch'egli è permesso di crèdere debba uno studio accurato di quel fenòmeno riflèttere qualche luce anche su questo.

194. Paragonando ora i fenòmeni prodotti sperimentalmente col mezzo del plutonio artificiale a quelli che sulla superficie della terra tràssero l'origine loro dal plutonio naturale, siamo condotti a dover ammèttere che molte fenditure àbbiano potuto aprirsi nella crosta della massa plutònica senza che le montagne in corso di formazione ne provàssero notàbile alterazione.

In generale non potè penetrare nelle dette fenditure maggior quantità di liquido plutònico di quella che bastava a riempirne ogni vacuo ed a cicatrizzarle completamente. Altro segno non restò della loro antica esistenza fuorchè lunghe striscie di materia dotata di struttura diversa da quella della roccia principale in cui èrano contenute. Soltanto quando le fenditure interessàrono l'intera massa plutònica, troviamo che il loro andamento è segnato da catene di colli e di monti che sòrsero a ricoprirle, e le montagne ch'èrano in corso di formazione spòrgono dall'istessa massa plutònica con tracce evidenti di notàbili alterazioni; chè dovettero languire per deficienza di plutonio, e qualche volta arrestarsi a mezzo del loro sviluppo.

Finalmente non màncano di mostràrcisi alcune cime soprannumerarie, o colline sorte in mezzo alle montagne in luoghi insòliti, e ciò per conseguenza di quella specie di propagginazione spontanea od innesto minerale di cui abbiamo di sopra parlato.

Quest'ùltimo fenòmeno, considerato come la conseguenza di esuberante plutonismo nel lìquido terrestre, avrebbe trovato naturalmente il suo posto nell'articolo seguente; pure ho preferito farne cenno in questo luogo per completare il confronto tra i fenòmeni che ci vènnero offerti dal plutonio artificiale e quelli di cui si rinvèngono le tracce nel seno delle montagne terrestri.

Artìcolo XIV.

Càuse interne di alterazioni di forme nelle montagne.

Conformazione delle masse plutòniche — Materie estranee contenute nelle masse plutòniche — Effetti prodotti dalla presenza di tali materie quando sono in piccola quantità — Effetti prodotti dalle medèsime quando sono in quantità considerèvole — Modi pei quali finiscono coll'uscire allo scoperto le materie eterogenee quando sono anch'esse plutòniche — Origine dei filoni — Materie eterogenee non plutòniche — Criterio per riconòscere dall'esterno la prossimità di grandi depòsiti di materie eterogenee — Intensità del plutonismo.

195. Oltre le càuse esterne di cui abbiamo discorso altre càuse attivissime ad alterare le forme delle montagne risièdono nel seno istesso delle masse plutòniche; ed è appunto di tali càuse interne che vogliamo ora occuparci.

Molte alterazioni nelle forme o nella disposizione delle montagne ripètono la loro origine dalle irregolarità

delle forme assunte originariamente dalle masse plutòniche. Infatti se, per esempio, il plutonio scorrendo sovra una pianura orizzontale, trova in questa qualche profonda cavità ch'esso riempie, è chiaro che quelle montagne, le quali saranno specialmente alimentate dal plutonio amassato nella detta cavità, raggiungeranno uno sviluppo straordinario, e presenteranno dimensioni sproporzionate relativamente alle altre montagne della medèsima catena. E così tutti gli accidenti che ròmpono il parallelismo fra la superficie superiore sempre orizzontale della massa plutònica e la sua superficie inferiore, si riflèttono all'esterno per qualche modificazione apportata nella forma o nella disposizione di qualcuna delle montagne della catena. Del resto quelle montagne isolate, o quei tronchi di catene di monti che sòrgono in mezzo ad una pianura separati per lungo tratto dalla catena principale, dèvono la loro origine a càuse che in apparenza si giudicherèbbero insignificanti. Basta, per esempio, che qualche punto del fondo della massa plutònica abbia potuto raffreddarsi più rapidamente degli altri, perchè anticipando ivi la consolidazione, si detèrminino dei movimenti i quali trascìnino una porzione del liquido ad ascèndere, ed a formar qualche prominenza in quel luogo, mentre per altre ragioni la catena principale è destinata a sòrgere assài lontana da esso. Una forte azione di simil gènere, capace di determinare il dislocamento di rilevanti porzioni d'una catena di monti, viene esercitata dalle asperità del fondo e delle pareti, e specialmente dagli àngoli ogni qualvolta siano un po'

risentiti. Così avviene che in un vaso a forma di calotta sfèriea, le prominenze si accùmulano verso il mezzo della superficie, mentre in un vaso a tronco di cono rovesciato, per l'azione dell'àngolo che circonda la base, la serie delle prominenze si distende in un anello circolare che rappresenta sulla superficie superiore l'ampiezza e la posizione della circonferenza del fondo.

196. Altra càusa frequente di notàbili alterazioni si riscontra nelle materie estranee al plutonio, che pure varie volte con esso tròvansi mescolate. Non parlo di materie che verso il plutonio esèrcitino qualche chimica affinità, poichè, in tal caso unèndosi ad esso, formerèbbero un nuovo liquido omogeneo che si comporterebbe come un plutonio scevro da ogni impurità: non parlo nemmeno di quelle materie che il plutonio prima di consolidarsi espelle a guisa di schiume alla sua superficie, poichè di queste ci occuperemo nel capo seguente; ma intendo parlare soltanto di quelle materie le quali, o per piccola differenza di peso specifico, o per qualche aderenza delle molècole verso quelle del plutonio, uscirono dalla terra in compagnia della massa plutònica, e dentro la stessa restàrono imprigionate.

Difficilmente queste materie eterogenee pòssono persistere lungo tempo a rimaner disperse con qualche uniformità nel seno del liquido plutònico. È proprietà dei liquidi mescolati, quando non agiscono sovr'essi le chimiche affinità, di andare a poco a poco l'un dall'altro segregàndosi e poi agglomeràndosi in luoghi distinti; il che deve tanto più facilmente operarsi in un liquido

plutònico, stante la grandissima mobilità delle molècole, e i moti che senza interruzione in esse hanno luogo. Dobbiamo adunque considerare le materie eterogenee di cui ci occupiamo siccome isole di diversa grandezza fluttuanti nel seno del liquido plutònico.

197. Tali materie produrranno effetti diversi a norma della loro quantità e secondo che anch'esse sono o non sono plutòniche. Ecco quali saranno nei diversi casi le conseguenze generali della loro presenza.

198. Quando le masse sono piccole le perturbazioni prodotte nel processo della formazione delle montagne per la loro presenza, rièscono affatto insignificanti. Queste piccole masse, o si consòlidino nell'interno della cavità plutònica, o dall'azione del plutonio vèngano trasportate nell'interno della prominenza, ci si presèntano saldate alla roccia principale ove costituiscono quei corpi intrusi sui quali i geòlogi portàrono già da lungo tempo la loro attenzione. È facile ad intèndersi perchè simili corpi nella cavità plutònica dèbbano trovarsi più uniti e compatti, e invece nella prominenza più divisi e più ramificati.

199. Quando le masse sono considerèvoli allora si gènera una serie di fenòmeni di cui i principali e più generali dobbiamo prèndere ad esaminare. Queste masse estranee alla materia plutònica cominciano ad esercitare la loro influenza coll'alteràre il corso naturale delle correnti plutòniche destinate a produr le montagne. Tali correnti pel grande ostàcolo che incòntrano nel loro cammino sono obbligate a deviare, cosicchè prèndono nuove direzioni affatto diverse dalle consuete, e i punti, pei quali

giungeranno allo scoperto, non si troveranno più distribuiti colla stessa norma e regolarità come se l'impedimento non esistesse. Spostate le radici delle prominenze, le intere montagne sòrgono dislocate. Egli è per questa ragione che là dove le montagne ci si mòstrano raggruppate in modi insòliti e strani, là dove apparisce notabilmente spezzata la linea delle cime, siamo autorizzati a sospettare la prossimità di grandi cùmuli di materie eterogenee a quella di cui le montagne sono costituite.

200. Diversi sono i modi secondo i quali lé dette materie finiscono coll'uscire dalla cavità plutònica.

Allorchè sono plutòniche esse medèsime, pòssono coprirsi d'una crosta che si continui con quella del plutonio principale, e poi lavorare simultaneamente a quest'ùltimo, producendo entro ai limiti da esse occupati una o più serie di prominenze. Egli è perciò che nelle grandi catene in mezzo ad un'uniforme popolazione di montagne formate da un'unica roccia, ci è dato di salutare qualche volta la presenza di montagne fatte di materie diverse, somiglianti a tribù forestiere venute da paesi lontani a piantar le loro tende in mezzo ad esse.

Se queste apparizioni rècano diletto allo spirito di chi percorre i paesi montuosi porgèndogli, in mezzo alla dominante geològica monotonìa, qualche esempio di piacèvole varietà, presèntano frequentemente un interesse assài maggiore per le popolazioni circostanti, le quali ne tràggono partito per l'esercizio d'industrie particolari, a cui dèvono in gran parte i mezzi di sostentarsi o di arricchirsi.

Quando il liquido resta interamente imprigionato sotto la crosta del plutonio principale, e comincia a consolidarsi quando quest'ùltimo è già interamente consolidato, allora, per la forza di espansione che gli appartiene, s'introduce nelle fenditure, e riempie le porosità della roccia circostante, e infine gonfiàndosi òbbliga la crosta sovrastante a rialzarsi producendo varj di quei fenòmeni de' quali dovremo occuparci quando si tratterà del plutonio a superficie coperta.

201. Spesso accade che il liquido di cui discorriamo sia smosso dal suo posto e violentemente espulso dalla cavità plutònica non già per forze proprie, ma per la forza espansiva del plutonio principale. Intèndesi facilmente come il plutonio, dopo aver lavorato per un tempo più o men lungo senza potere espèllere il liquido estraneo che in esso galleggia, debba alfine riuscirvi in conseguenza del progresso della consolidazione.

I canali che il plutonio deve percòrrere per uscire all'aperto vanno sempre più restringèndosi, e con ciò crèscono le resistenze che per la presenza del liquido estraneo vèngono opposte alla libertà de' suoi movimenti, e quindi anche la pressione, esercitata successivamente dal plutonio contro la superficie del liquido, deve anch'essa crèscere in proporzione. Finalmente arriva l'istante in cui il liquido è sospinto per entro le radici delle prominenze ad invàdere in gran parte i molti canali che le attravèrsano. Qualche volta sale fino alla sommità d'onde trabocca, e si accùmula nelle valli adiacenti ove si solidifica producendo anch'esso le sue prominenze.

202. Altre volte non trabocca, non raggiunge nemmeno la sommità delle montagne, e finisce solidificàndosi col restare imprigionato nel seno delle stesse. In ogni caso, per l'attrito esercitato da questo liquido estraneo, rómponsi ov'esso passa i cristalli che formàvano la parte sòlida delle prominenze. A questo modo per lo sfasciamento de' vasi nell'interno della montagna fòrmansi lunghi vacui, entro i quali il liquido in discorso finisce col consolidarsi. Tale è stata l'origine di quasi tutti i *filoni*. Non è pertanto necessario il ricorrere alle forze elèttriche o ad altre forze misteriose onde spiegare il come sia riuscito a quelle materie estranee d'introdursi fin là.

Sono interessanti gli esperimenti istituiti da Fox e Jordan allo scopo di produrre col mezzo di correnti elèttriche (24) dei piccoli filoni metàllici in seno a paste

(24) Endlich ist auch die Erz-Gänge und Lager-Ausbildung grossentheils mit den beiden vorigen (Zerklüftung und Schieferung) verbuudener Prozess.

Fox gelangte in späteren Versuchen dahin in einem Spalte mitten in einer durch vulcanische Thätigkeit auf die vorher angedeutete Weise bearbeiteten Thon-Masse Erz-Gänge zu bilden. Er hedingte sich dazu einer Säule von nur einem Paare Platten gewöhnlicher Art oder aus Eisenkies und Zink, mit mehr Erfolg aber von mehren Platten-Paaren. Die erhaltenen Gänge bestanden aus Kohlensanrem Kupfer nnd Zink, aus Kupfer-Eisen und Zink-Oxid (Jahrbuch, 1840, 114).

Jordan brachte mit 5 Paar Zylindern binnen 3 Wochen schöne Erz-Gänge in Pfeifen-Thon hervor, welcher ein irdenes Gefäss in 2 Zellen theilte, die eine enthielt eine Kupfer-Platte in Kupfer-Sulphat-Auflösung, die andere eine Zink-Platte in Kochsalz-Auflösnng. Gänge aus Kupferoxyd aus Kupfer–und Zink–Karbonat enstunden parallel zwischen den Blättern in die sich der Thon treunte, und ein anderer Kupferoxyd-und Karbonat-Gang horizontal und rechtwinkelig zum vorigen, so dass beide Gängen und Lagern zu entsprechen schienen. Das Zink-Karbonat schied sich auf der negativen Seite nächst der Kupfer-Platte, das Kupfer-Karbonat auf der positiven nächst der Zink-Platte aus. (Jahrbuch. 1840, 114).

Bronn. § 82, pag. 207.

argillòse artificialmente preparate; ma però dagli stessi non si può trarre in verun modo la conseguenza che i filoni naturali àbbiano avuto origine anàloga, e che le azioni elèttriche siano state indispensàbili alla loro formazione. L'elèttrico è una specie d'agente universale col di cui mezzo si pòssono ottenere effetti sommamente variati, nè alcun fenòmeno naturale si verifica senza èssere accompagnato da qualche segno di elettricità. Se ciò bastasse per farci ad esso attribuire la càusa esclusiva dei detti fenòmeni, saremmo tratti a non scòrgere più altra cosa in tutto l'universo, fuorchè una immensa màcchina elèttrica tenuta continuamente in azione.

203. Quando il liquido estraneo non è plutònico gli manca ogni forza propria per sollevarsi ed uscire dalla cavità. Ciò quindi non può accadere che per impulso ad esso comunicato dal lìquido plutònico che lo circonda; e i fenòmeni che in tal caso si presèntano rassomigliano agli ùltimi di cui sopra si è discorso, quando trattossi dell'espulsione d'un liquido estraneo, anch'esso plutònico, per mezzo del liquido plutònico principale. Dobbiamo per altro notare la differenza che, siccome in questo caso i lìquidi sono maggiormente eterogenei, così il guasto arrecato nell'interno della prominenza deve èssere assài più consideràbile. E poichè le materie metàlliche, fonte all'uomo di ricchezza e potenza, tròvansi per la maggior parte in simil caso, intèndesi facilmente il perchè avvenga che dove le stesse insinuàronsi, dove anche fùrono soltanto di passaggio, le tracce dei guasti cagionati rèstano indelèbili.

204. Essendo spezzati quei congegni in virtù dei quali il liquido plutònico movèvasi nell'interno della prominenza con ammiràbile regolarità, anche i nuovi prodotti a cui esso dà origine sono diversi dai prodotti normali; epperò le montagne ove si contèngono grandi masse metàlliche ci colpiscono per qualche disòrdine nella disposizione delle cime, o per forme diverse dalle comuni, o per l'insòlita struttura della roccia di cui sono costituite. La prossimità di considerèvoli depòsiti metàllici in seno alle montagne primitive ci si annuncia per qualcuno dei caràtteri ora accennati, e questi ci forniscono eccellenti indizj dietro i quali giudicare della probabilità di rinvenire qualche nascosta miniera.

Varie preziose osservazioni su questo argomento vènnero già dai geòlogi registrate; ma, non conoscèndosi finora a qual ùnico nodo mettèssero capo i fatti osservati, non fùrono per tal modo fra loro coordinati da gittare sull'importante quistione tutta quella luce che siamo in diritto di attènderne. Ora, completando le osservazioni per mezzo delle esperienze, si travede la possibilità di risòlvere, in un modo applicàbile alla pràtica, le diverse quistioni relative ai criterj esterni, dietro i quali poter riconòscere quelle montagne che contèngono nelle loro viscere grandi ammassi di materie straniere. Ogni lieve progresso che si faccia in questa carriera può èssere fecondo d'incalcolàbili vantaggi, guidàndoci a disotterrare tesori che forse giàcciono inavvertiti sotto i nostri piedi, senza che in noi fosse mai sorto il più lontano sospetto della loro esistenza.

205. Per ùltimo dovremo considerare la varia intensità del plutonismo, manifestato dal lìquido terrestre nelle diverse masse plutòniche, siccome la càusa più intima e più generale della deformazione dei monti. Abbiamo già fatto cenno di alcune irregolarità prodotte nelle forme delle montagne da plutonismo esuberante: certi altipiani e le cime provocate a sòrgere fuori della loro linea normale in conseguenza di liquido traboccato sono esempj dei quali già si discorse nei due artìcoli precedenti a *pàg.* 130 *e* 139. Coll'indebolirsi del plutonismo le montagne sòrgono meno scoscese e raggiùngono minori dimensioni. Si può anzi dire che le altezze delle montagne stanno in così stretta relazione colla forza plutònica del liquido, che, al variare di questa, quelle pòssono percòrrere l'intera scala, passando dalle enormi catene, fino a rialzi di terreno insignificanti, e fino alla perfetta pianura: nè questo limite segna l'ùltimo confine ai fenòmeni che si prodùcono in conseguenza delle variazioni della forza plutònica; mentre si compie al di sotto del medèsimo un'altra serie di fenòmeni interessanti, in virtù dei quali vediamo ripètersi in cavo, al di sotto della superficie del suolo, quanto finora si è visto verificarsi in rilievo al di sopra della stessa. Nell'artìcolo seguente parleremo appunto di queste cavità terrestri, le quali pel modo con cui si sono formate pòssono aversi come il contrapposto delle montagne, e meriterèbbero il nome di *montagne negative.*

Articolo XV.

Origine delle cavità terrestri.

Le cavità si formàrono in generale per una modificazione del processo che diede origine alle montagne — Che cosa è il fondo del mare — Ineguaglianze di livello presentate dal fondo del mare — Cavità che si formàrono per vero infossamento del suolo — Fenòmeno fondamentale per la formazione delle cavità — Formazione della bocca delle cavità — Come tèrminano verso il fondo le cavità — Altre nozioni generali sulle forme delle cavità — Analogie fra le cavità e le montagne — Mètodo generale affatto teorètico per desùmere la forma delle cavità da quella delle montagne — Perchè lo stesso non sia applicàbile ai casi pràtici — Forme effettive delle cavità — Difficoltà di studiarle praticamente — Da che dipèndono le variazioni di profondità e le sinuosità dei contorni — Differenze di struttura prodotte dai due modi opposti di comportarsi del plutonio — Parallelo delle due strutture — Convenienza di classificare in un'ùnica specie le rocce dotate delle due strutture accennate. — Specie — Gènere — Òrdine — Classificazione delle rocce plutòniche — Penetrazione di una roccia per mezzo di un'altra — Obbiezioni alla spiegazione che comunemente si dà di questo fenòmeno — Vera spiegazione — Come la forza plutònica possa tutt'ad un tratto diventare espansiva dopo èssere stata una forza di contrazione — Monti che uscirono dal seno delle cavità — Òasi — Catena di laghi americani.

206. La superficie della terra non è soltanto irta per colossali montagne, ma tròvasi ben anche solcata da profonde cavità. Ora che conosciamo l'origine delle montagne ci sarà fàcile il render ragione dell'origine delle cavità; mentre i due processi in realtà ridùconsi ad un solo, o, ciò che è lo stesso, l'uno deriva dall'altro in virtù d'una sèmplice modificazione. Ma prima d'ogni cosa sarà bene il definire quali sono le cavità di cui intendiamo parlare.

207. Il fondo degli ampj ocèani è l'antico livello del lìquido terrestre, quando il plutonio prima d'ogni consolidazione non aveva ancora cominciato ad espàndersi.

Tutte le masse terrestri, che noi vediamo ora torreggiare al di sopra del fondo dei mari, finchè la terra fu liquida trovàvansi condensate al di sotto di esso; e se la terra avesse a fòndersi un'altra volta il suo volume restringerèbbesi ancora fino a' suoi limiti antichi, e tutto rientrerebbe di bel nuovo sotto l'attual fondo dei mari. Dobbiamo pertanto riconòscere che i grandi mari non si sono formati per scavamento, nè possiamo ai loro immensi bacini attribuire in stretto senso il nome di cavità.

208. Ma il fondo dei mari non è dappertutto piano, orizzontale, uniforme come alcune steppe o alcuni deserti. Esso è intersecato qua e là da grandi ineguaglianze. In alcuni luoghi sòrgono dal suolo i così detti *bassi fondi* che sono veri altipiani sotto-marini, in altri luoghi si elèvano fin quasi a livello dell'acqua delle vere catene di monti o delle montagne isolate; in altri finalmente il fondo s'innabissa molto al di sotto del livello comune.

209. In quest'ùltimo caso è manifesto che deve avere avuto luogo un vero infossamento, e che una cavità si è formata per l'azione di forze che lavoràvano in senso contrario a quelle che prodùssero le montagne. Inoltre simili cavità non si apèrsero soltanto nel fondo degli ocèani, ma molte invece si formàrono in luoghi elevati. Tale deve èssere l'origine di molti mari mediterranei, tale è senza dubbio l'origine di quegli stretti di mare che dividono dal continente serie d'isole quasi parallele alle coste, e tale è pure l'origine dei grandi e profondi laghi che noi troviamo nel mezzo de' continenti, e qualche volta persino in luoghi elevatissimi.

Nei luoghi montuosi accade facilmente che spazj più o meno considerèvoli rèstino interamente recinti dalle rocce che si sollevàrono tutt'all'intorno sui loro confini, e presèntino l'aspetto di bacini e di laghi, e figùrino cavità là dove non ebbe luogo alcun infossamento; ma simil caso non può èssere avvenuto nel mezzo di estese pianure, e le cavità che queste ci presèntano, fatte pochissime eccezioni, si formàrono per vero scàvamento del suolo.

210. Tutte queste cavità per altro non còntano origine idèntica, e noi non vogliamo per ora occuparci se non che di quelle le quali si formàrono nel consolidarsi del plutonio a superficie scoperta, e che si pòssono considerare come il contrappòsto di quelle montagne la cui formazione è stata il soggetto di tutte le precedenti considerazioni. Queste sono vere catene di monti fatte a rovescio, e si distinguono dalle altre cavità perchè il loro bacino è costituito da un solo pezzo di roccia viva o di materia cristallina.

211. Abbiamo fatto notare all'*Art. VII delle Noz. prel. pag.* 28 che i liquidi plutònici hanno la proprietà d'incorporare a sè stessi, mentre si consòlidano, una certa quantità delle materie aeree in essi disciolte; chè anzi quando queste non sùperano la detta quantità pòssono èssere interamente assorbite. Per tale azione, annullata la loro forza espansiva, il volume della materia che va consolidàndosi resta diminuito. Ecco il fenòmeno fondamentale che ci viene offerto dal plutonio artificiale allorchè è così pòvero d'aria che nella sua consòlidazione, invece di dilatarsi, debba subir contrazione.

212. La prima pellicola sòlida che si distende sulla superficie mòstrasi interrotta per una o più macchie liquide le quali appariscono all'incirca nei luoghi stessi, e sono distribuite nel medèsimo modo come il sarèbbero state le basi delle prominenze, quando il plutonio di cui si tratta avesse lavorato in senso contrario. Generalmente le macchie più grandi tròvansi nel mezzo della serie, le più piccole ai limiti od all'ingiro.

213. Col procèdere della consolidazione vèdesi il liquido nelle dette macchie diminuire di livello, e così disegnarsi nettamente gli orli delle cavità, ed apparir le pareti. Col progressivo approfondarsi del liquido, la sua superficie libera va continuamente impiccolèndosi, perciò le pareti vanno l'una all'altra sempre più avvicinàndosi, e le cavità si rastrèmano discendendo come le montagne salendo. Qualche volta le cavità si chiùdono verso il basso con un àngolo diedro che corrisponde alle creste delle montagne, più spesso màndano fuori numerose punte di diversa figura che corrispòndono alle moltiplici cime di queste.

214. Tra le cavità che si fòrmano in una massa plutònica in generale acquistano maggior profondità quelle che hanno più vasta apertura, e quasi tutte hanno l'asse inclinato all'orizzonte e coll'estremità inferiore diretta verso quella parte ove il plutonio tròvasi accumulato nella più gran quantità.

215. Questi fatti sono l'esatta riproduzione di quelli che si osservàrono nella formazione delle montagne, se non che qui tutto è in cavo quanto là era in rilievo, e

ciò perchè la forza plutònica nei due casi òpera secondo le medèsime leggi ma con opposte direzioni; cosicchè presentemente travaglia a contrarre mentre allora travagliava a dilatare.

216. Che se nei dati dei problemi già trattati per le montagne non vi fosse altra modificazione a praticare, onde applicarli al caso presente, fuorchè il cangiamento della direzione della forza, allora avremmo un mètodo semplicissimo per definire in ogni caso le forme che le cavità dovrèbbero assùmere.

Immaginando per un istante che il dato plutonio negativo si convertisse in plutonio positivo avente una forza d'espansione tanto grande quanto lo è invece nel dato plutonio la forza di contrazione, si otterrèbbero diverse prominenze disposte in un dato modo e dotate di forme determinate. Dalla disposizione e dalle forme di queste prominenze si potrebbe colla più grande facilità desùmere la disposizione e le forme delle cavità in quistione.

Per raggiùngere questo scopo supponiamo che il piano dal quale sòrsero le prominenze si cambj in uno specchio, e segniamo al di sotto di questo specchio i contorni delle immàgini delle nominate prominenze. Supponiamo inoltre che ciascuna immàgine compia un mezzo giro ruotando colla sua base intorno all'apertura in modo che gli assi della prominenza e della sua immàgine si tròvino sul prolungamento l'uno dell'altro.

Le immàgini così spostate occuperèbbero il luogo delle cavità che ci eravam proposto di ritrovare.

217. In realtà però i dati degli esposti problemi dèvono èssere profondamente modificati, sia pel diverso modo di consolidarsi dei plutonj positivi e negativi, sia per la diversa disposizione delle parti sòlide le quali durànte il processo sèrvono di sostegno al liquido.

218. Ne risulta che in generale le cavità per scarsezza d'àngoli e punte acquistano superficie meno ìspida delle montagne; le forme presèntano curve più dolci, minori accidenti e maggiore rotondità: inoltre succede frequentemente che varie cavità pròssime, almeno verso l'esterno, per lo sfasciamento delle pareti interposte, si concèntrino in una sola.

219. Nei grandi bacini pieni d'acqua, che si formàrono nel modo sovraindicato, la moltiplicità delle cavità primitive di cui sono costituiti si rende sensibile allo scandaglio per le frequenti variazioni di profondità, e più ancora tutt'all'intorno pel modo strano e complicato secondo il quale le rive si mòstrano frastagliate. Lèggasi in nota la descrizione che fa il Leonhard del lago Baikal (23).

220. Del resto se non tentiamo di fare per le grandi cavità della terra quella minuta anàlisi delle forme che abbiamo effettuata per le montagne, egli è perchè quelle, come è noto, giàcciono nascoste sotto immensi cùmuli

(23) Eine der merkwürdigsten Granit-Einsenkungen unserer Erde dürfte der Baikal-See, im Russischen Gouvernement Irkutzk, seyn. In folge heftiger Boden-Erschütterungen ohne Zweifel entstand die ungeheure Kluft; das von einander gerissene Gebirge that sich auf; nachbarliche Ströme stürtzten der Tiefe zu. Ueberall zeigt das gebirgige Ufer Spuren gewaltsamster und mächtigster Aenderungen welche es erlitten. Die See-Tiefe wurde bis jetz nicht genügend ermittelt.

LEONHARD, T. IV, Lez. 59, pag. 317.

d'acqua, mentre queste si elèvano affatto scoperte, e sono dovunque accessìbili alla nostra curiosità.

221. Due plutonj, i quali, differendo fra loro soltanto per la quantità d'aria ch'essi contèngono, lavòrano in un modo contrario, e l'uno produce prominenze mentre l'altro gènera cavità, danno origine a materie sòlide che sotto il rapporto chimico si pòssono considerare come idèntiche. Ma i due corpi differiscono notabilmente sotto il rapporto delle loro fisiche proprietà, talmente che da poche briciole si può con sicurezza distinguere se le rocce da cui vènnero tratte sostèngano montagne o circòndino cavità, e difficilmente si sospetterebbe la loro grande affinità di origine e di composizione.

222. Nei corpi dotati di cavità la disposizione della materia è dappertutto omogenea, la grana è minutissima e uguale, la struttura è compatta; ma qualche cosa di mòrbido e di delicato è il caràttere predominante, e che più d'ogni altro ci colpisce lo sguardo. Invece la struttura delle rocce dotate di protuberanze distinguesi per l'asprezza de' grani, l'ineguale distribuzione della materia e certa non so quale disposizione di parti che ci risveglia nell'ànimo l'idèa d'un disegno grandioso ma rozzamente eseguito.

223. I geòlogi fùrono tratti dalla grande diversità di struttura a classificare queste rocce in distinte categorie; e in ciò si scostàrono dalla pràtica dei zoologisti i quali non sògliono mai separare il maschio e la fèmmina della stessa specie animale, sebbene qualche volta nell'esterna apparenza differiscano notabilmente fra loro.

224. A noi pare che si avrà raggiunta una distribuzione delle rocce plutòniche veramente naturale, quando si saranno riunite in una sola specie tutte quelle che, quand'èrano allo stato primitivo di liquidità, non mostràvano alcuna rilevante differenza nella natura chìmica dell'impasto liquido e nella natura chimica del miscuglio delle arie in esso disciolte.

225. Quelle rocce che provènnero da impasti liquidi idèntici, ma che però si mòstrano diverse sotto il rapporto chìmico, per la ragione ch'èrano chimicamente diverse le arie le quali originariamente prima della solidificazione trovàvansi in esse disciolte, dovrèbbero formare tante specie diverse appartenenti ad un medèsimo gènere.

226. Infine i gèneri dovrèbbero distinguersi fra loro per le differenze chìmiche delle materie costituenti il liquido primitivo dal quale le rocce tràssero l'origine.

227. A questo modo l'òrdine ùnico delle rocce plutòniche risulterebbe diviso in pochi gèneri, ciascun gènere in diverse specie, e ciascuna specie conterrebbe poi tante varietà quante sono le rocce che differiscono fra loro soltanto per diversità fisiche del plutonio o per la diversità delle circostanze in cui esso trovàvasi quando si consolidò.

228. Ritenuto quanto si è detto superiormente circa la notàbile diversità di struttura presentata da rocce prodotte dal medèsimo plutonio a norma che in esso prevaleva la forza di espansione ovvero la forza contraria, siamo in grado di pòrgere una soddisfacente spiegazione d'un fenòmeno assài frequente nelle rocce plutòniche,

in virtù del quale parrebbe che una roccia avesse potuto insinuarsi in un'altra riempièndone tutti i vani e tutte le fenditure. È anzi ammesso generalmente che il fenòmeno siasi in fatti verificato come le apparenze làsciano crèdere, e sovra di ciò venne stabilito come principio geològico fondamentale che la roccia penetrante è di età più recente della roccia penetrata [26].

229. Contro una sìmile spiegazione si pòssono elevare le seguenti difficoltà. Come mai dopo che una roccia era interamente consolidata poteva il liquido terrestre con tanta facilità investirla per di sotto, e irròmpere in essa in modo da invàderne tutte le fenditure senza lasciarvi le tracce dell'enorme forza premente che avrà dovuto esercitare? Che se tale facilità si volesse ammèttere come dimostrata, resterebbe allora a dirsi il perchè ciò che sopra una roccia un'altra potè operare non siasi mai dato il caso che una terza abbia potuto operare sulla seconda, e questo fenòmeno così frequente dell'associazione di due rocce non si trovi mai esteso al nùmero di tre o quattro rocce. Ma il nodo più avviluppato, per non dire insolùbile, ci viene offerto dalla costanza osservata dalle rocce nell'accoppiarsi, cosicchè, quando due rocce idèntiche si rinvèngono penetrate da altre due rocce, si trova che sono idèntiche fra loro anche le due rocce penetranti.

(26) *Le granit et la syénite appartiennent à des époques très différentes, cependant le granit traverse souvent la syénite; il est alors d'une origine plus recente que la force qui a soulevé cette dernière roche.*

Cosmos. Pag. 210.

230. Il fatto è che la roccia penetrante e la roccia penetrata appartèngono entrambe alla medèsima specie, e si formàrono per la consolidazione di un'ùnica massa plutònica. La ragione della differenza di struttura delle due rocce e del trovarsi l'una intarsiata nell'altra è riposta in un sèmplice cangiamento di segno della forza plutònica, la quale al principio della solidificazione lavorava a restringere il volume e a produrre cavità, e invece più tardi lavorò ad aumentare il volume e a generar prominenze.

231. Che ciò possa èssere accaduto è fàcile persuadèrsene; anzi dirò che ciò deve èssere accaduto ogni qualvolta le materie aeree disciolte nel plutonio, lontane dal saturarlo, superàvano per altro quella quantità che può dal medèsimo venire assorbita. In questo caso le materie aeree che si svòlgono nel primo periodo della consolidazione invece di dispèrdersi liberamente nel seno dell'aria atmosfèrica vèngono assorbite dal liquido rimanente: il che serve a continuo accrescimento della quantità che già nel medèsimo era contenuta; però durante tutto questo periodo il plutonio diminuisce di volume e si fòrmano delle cavità: le rocce ottenute per tal modo hanno grana finissima e presèntano tutti i caràtteri delle rocce formate per contrazione del plutonio. Ma la seconda porzione di liquido plutònico, arricchitasi di tutta quell'aria che venne posta in libertà per la consolidazione della prima porzione, finisce col contenerne a saturazione, eppérò da questo istante l'aria lasciata in libertà acquista tutta la sua elasticità naturale; e così la

forza, che nel primo periodo della consolidazione lavorava a restringere, nel secondo periodo invece lavorerà ad aumentare il volume.

Per tal modo la forza cambia segno: prima era una forza di contrazione, poi diventa una forza di espansione.

Tutti gli spazj ultimamente occupati dal liquido si riempiranno per conseguenza di una roccia a grana grossa avente struttura assài diversa da quella che si era consolidata poco prima, e presentante tutti i caràtteri distintivi delle rocce formate per espansione del plutonio.

232. Pertanto, s'egli è vero che la roccia penetrante si può considerare come di formazione posteriore rispetto alla roccia penetrata, vèdesi che tra la formazione dell'una e dell'altra non vi è stata alcuna interruzione, e che il secondo fenòmeno non è che la continuazione del primo.

233. A norma che il secondo periodo della consolidazione cominciò più presto o più tardi si mòstrano all'apertura delle cavità primitive fenòmeni diversi. Nel primo caso il liquido non solo le riempie interamente, ma sale al di sopra di esse accumulàndosi a guisa di monti, i quali in generale non raggiùngono grande altezza, presèntano l'asse pressochè verticale, hanno forme poco irregolari, pendenze non molto ripide, pareti assài poco accidentate: in somma la forma di questi monti presenta caràtteri così peculiari che non è possibile il confònderli con quelli i quali non uscirono dal seno di preesistenti cavità. Nel secondo caso il liquido ordinariamente non scaturisce fuorchè dal fondo delle cavità

più piccole, al di sopra delle quali, dopo averle riempiute, elèvasi a produrre alcune colline di poca altezza. Qualche volta per altro il liquido vèdesi ben anche apparire sul fondo delle cavità più grandi, ma non riesce mai a riempirle e limitasi a formare là dentro alcune non elevate prominenze simili in tutto alle colline di cui abbiamo or ora parlato.

234. Le òasi nei deserti sono per la maggior parte formate da un vasto infossamento del terreno circondato tutt'all'ingiro o solo parzialmente da una corona di moderate colline dal mezzo delle quali vèdesi assài di rado èrgere il capo qualche poderosa montagna (37).

235. Tutta la serie dei laghi che si estèndono nelle immense pianure dell'Amèrica Settentrionale, dal fiume Mackenzie al S. Lorenzo, ebbe evidentemente origine per contrazione del plutonio. I catini di quei laghi sègnano le bocche da cui sarebbe uscito il plutonio se la forza, operando in senso contrario, avesse generato in quei luoghi una catena di monti. Le colline che li fianchèggiano sono manifestamente l'effetto del cambiamento di segno della forza verso il finire della consolidazione.

(37) In den grossen Arabischen und Africanischen Wüsten trifft man, hin und wieder, oft viele Meilen weit von einandee, kleinere. und, grössere, beckenartige Vertiefungen. Manche nehmen einen Flächeneaum vieler Quadeatmeilen ein und zeigen sich zum Theil von niederen Hügelzügen, bald Ringförmig, bald in Halbkreisen, umgeben, mituntee werden sie selbst von bedeutenderen Bergen begrentzt. Gegen das Versanden mehe odee weniger geschützt, blieb solchen Vertiefungen ein fruchtbar bewässerter Boden. — Es sind diess die berühmten Oasen der Alten.

LEONHARD. T. IV, Lez. 51, pag. 14.

Articolo XVI.

Spaccature delle rocce plutòniche.

Forza plutònica pòstuma — Rotture che avvèngono nell'interno delle cavità plutòniche — Rotture della crosta — Càusa della moltiplicità delle spaccature — Terminazione delle spaccature secondarie — Le spaccature fòrmano il canale dei fiumi — Affluenti ed emissarj delle cavità terrestri — Altra càusa di spaccature — Punti ove dèvono generarsi le màssime ineguaglianze di temperatura — In qual maniera le ineguaglianze di temperatura pòssono èssere càusa di spaccature — Spaccature secondarie generate da questa càusa — Spaccature moventi dalle cavità — Spaccature interne diversamente inclinate all'orizzonte — Cenno sulla càusa dei terremoti — Diversità presentate dai plutonj artificiali circa la loro attitùdine a produr spaccature — Differenze osservate nei paesi non vulcànici circa la frequenza dei terremoti — I terremoti attuali sono per la più parte dipendenti da forze vulcàniche.

236. Dopo che nella formazione delle prominenze ogni movimento esterno è cessato, quando il lìquido plutònico si direbbe completamente consolidato, ed è realmente rotto quel nodo che faceva convèrgere l'azione di tutte le forze verso un ùnico scopo, manifèstasi nell'interno della massa plutònica un residuo di attività che produce una novella serie di fenòmeni interessanti, paragonàbili sotto più d'un rapporto a quelli presentati dagli animali e dalle piante per un residuo di vitalità, dopo che in essi è spenta la vita; o, a parlare più esattamente, per la persistenza delle vite parziali dopo che in essi è spenta la vita collettiva.

237. Di sòlito, nell'atto in cui si chiude la cima di una prominenza, òdesi un forte suono nell'interno della cavità plutònica, sìmile al rumore di qualche cosa che

violentemente si spezzi; quel suono è accompagnato da vibrazioni che si propàgano entro tutta la massa, e che si rèndono sensibili alla superficie per mezzo d'irregolari movimenti della crosta, la quale si comporta come se in certe direzioni un'interna forza premente l'avesse percossa.

238. La càusa di questo fenòmeno è manifestamente riposta in quel residuo di materia plutònica che persiste ancor liquida a riempire tutte le interne vie che conducèvano alla sommità della prominenza, e che, consolidàndosi dopo che questa è chiusa, subisce un'espansione in virtù della quale la càmera entro cui si trova le si fa troppo piccola, epperò le pareti si spèzzano e il sovrappiù si scàrica nelle càmere vicine.

239. Ma quando si sarà chiusa l'ùltima cima della catena, la quale è anche di sòlito la più elevata, allora, non potendo più aver luogo la scàrica verso le càmere vicine già anteriormente suggellate, succede che la crosta medèsima si apre in tutta la sua lunghezza, e la spaccatura che ne risulta, seguendo il corso principale del liquido plutònico, intacca la prominenza nel piano dell'asse, e trascorre d'ambo i lati fino alle estremità della massa plutònica.

240. E poichè quando una catena di monti è quasi interamente formata, le cime che per le ùltime persistono a svilupparsi non sono l'una all'altra contigue, ma bensì distribuite ad intervalli più o meno grandi lungo il corso dell'intera catena, e le dette cime sono di sòlito le più elevate fra le circostanti; così avviene che il

fenòmeno del fèndersi della crosta plutònica non si presenta nel solo caso contemplato di sopra, ma si riproduce per tutte quelle cime ora nominate, di cui le càmere contenenti il lìquido che le alimentava sono collocate troppo lontane, perchè il liquido sovrabbondante nell'una possa farsi strada verso l'altra, e così dispèrdere le materie aeree che in esso èransi condensate pel progresso della consolidazione.

241. È a notarsi che di sòlito la spaccatura principale precede le altre: le forze che danno origine a queste ùltime sono per lungo tempo paralizzate dalla forza d'aggregazione della massa plutònica: ella è questa una vàlida resistenza che nel maggior nùmero de' casi serve a frenare il loro impeto e ad impedirne gli effetti: si direbbe che quelle forze così violente, così pronte ad agire dòrmono silenziose nel seno delle masse plutòniche. Coll'estèndersi della spaccatura principale il sistema delle resistenze viene turbato, le forze ponno superare gli ostàcoli, e le spaccature proròmpono. È a questo modo che la spaccatura principale risveglia quelle forze dormienti, e pròvoca a formarsi le spaccature secondarie. Si àprono queste all'avvicinarsi della spaccatura principale, come si accenderèbbero successivamente varj mucchi di pòlvere legati insieme per una miccia comune, allorchè la favilla trasportata da questa viene a toccarli.

242. Le spaccature secondarie, subordinate, come si è visto, alla spaccatura principale, generalmente parlando, non tèrminano come questa ai due estremi della massa plutònica; ma invece mèttono capo da una parte

alla prominenza e dalla parte opposta a qualche punto della spaccatura principale nominata.

243. Più tardi in queste spaccature si vèrsano le acque che discèndono dai monti, e così da ogni parte affluiscono alla spaccatura principale, ove poi continuano il loro corso non interrotto infino al mare, seguendo per centinaja di miglia l'ampio canale che la natura d'un solo tratto edificò, mettendo a profitto gli ùltimi conati d'una forza moriente.

244. Quando le spaccature principali non si prolùngano fino al mare, o le spaccature secondarie fino alle principali, allora le acque prèndono un corso variàbile ed incerto, inòndano le pianure e le impalùdano, e si richièdono gli sforzi perseveranti di varie generazioni d'uòmini a riparare all'imperfezione del canale, e ad obbligare le acque a prèndere anche in questo caso, nel loro cammino verso il mare, un corso determinato e costante.

245. Gli affluenti e gli emissarj delle grandi cavità terrestri, di quelle che per l'origine loro si potrèbbero denominare montagne a rovescio, si apèrsero anch'essi in un modo affatto anàlogo. Veramente vi sono alcune di queste grandi cavità che non hanno emissarj; ma di ciò non sèntesi il bisogno di cercar la ragione, quando vogliamo ricordarci che tali cavità fùrono il prodotto di una forza di contrazione. Per quelle invece, ove fiumi èntrano ed èscono e sono il centro di numerose spaccature, faremo osservare che spesse volte nella formazione delle cavità, verso il finire della consolidazione, la forza plutònica

cambiò segno e divenne anch'essa espansiva come quella che diede origine alle montagne; il che ne vien provato dalle serie di colline che si elèvano qua e là nelle vicinanze di dette cavità. Così la forza che aperse le spaccature nel caso delle montagne presentossi cogli stessi caràtteri anche nél caso delle cavità, e produsse effetti consimili. Se vi fa differenza, essa dovette provenire dalla maggiore e più omogenea resistenza presentata dalle rocce più compatte contenenti le cavità, a paragone della resistenza più dèbole e più ineguale presentata dalle rocce porose dal seno delle quali si elevàrono le montagne. La conseguenza doveva èssere, come fu infatti, che le spaccature nel caso delle cavità si formàrono più nette, più spiccate, più rettilinee che non nel caso delle montagne.

246. In ambi i casi per altro non dobbiamo tacere che in concorrenza alla forza espansiva già considerata, qualche volta subordinatamente ad essa qualche volta in un modo indipendente, nel plutonio recentemente consolidato travaglia un'altra forza attivissima a produr spaccature (28).

247. La massa plutònica va raffreddàndosi nelle sue diverse parti in un modo ineguale, persistendo la maggior temperatura là dove più a lungo persistette la materia in istato di liquidità, e là dove la dispersione del

(28) Was rief die Zerklüftung hervor? — Sie ist Folge des Uebergangs zum festen Zustande. Wir finden die Erscheinung an Gesteinen, die vom Wasser abgesetzt worden, wie an jenen deren Enstehung man dem Feuer zuschreibt. Sie rührt bei beiden von Zusammenziehen her.

LEONHARD. T. II, Lez. 20, pag. 44.

calòrico riesce meno fàcile pel maggior spessore della materia solidificata.

248. Fra le rette orizzontali che si pòssono tracciare sulla superficie del plutonio quella che giacerà nel piano verticale passante per l'asse della montagna più grande deve presentare tra i punti compresi entro la base della montagna e i punti pròssimi posti al di fuori, almeno nella maggior parte dei casi, la più gran differenza di temperatura.

249. I punti di questa linea che non sono coperti dalla montagna dèvono raffreddarsi assài più rapidamante. Il restringimento della massa plutònica dovrà dunque operarsi anch'esso più rapidamente dove la superficie è libera. Ora costituendo il plutonio consolidato una sola massa rigida, e restringèndosi alle due estremità più rapidamente che verso le parti centrali, queste dove confinano con quelle oppòngono una resistenza al loro restringimento, e funziònano come un cuneo che va tanto più approfondèndosi in esse quanto più pel progressivo ineguale raffreddamento va crescendo fra le parti considerate la differenza di temperatura. Deve pertanto arrivare un istante in cui la forza di coesione, che rimane sempre la stessa, non potrà resistere contro l'azione della forza disgregante che va continuamente crescendo: allora la spaccatura comincerà ad aprirsi e si estenderà rapidamente fino alle due estremità della massa plutònica.

250. Quanto abbiamo detto per le montagne più grandi, relativamente alla formazione della spaccatura principale, vale con poche modificazioni per la formazione

delle spaccature secondarie, in relazione colle altre montagne considerèvoli della catena.

251. Che queste di sòlito, invece di còrrere parallele a quella, vàdano con essa ramificàndosi, dipende in gran parte dalle direzioni seguite dalle correnti plutòniche quando ascendèvano ad alimentare le cime delle montagne in quistione.

Per le cavità terrestri superiormente considerate questa seconda càusa di spaccature esiste ugualmente; ma in tal caso l'azione disgregante viene esercitata nelle pareti della cavità dalla massa plutònica circostante; mentre ad uguali profondità il plutonio pròssimo alle pareti della cavità deve èssersi raffreddato più che il plutonio lontano: è adunque in questo che pel suo minore restringimento si svilupperà una forza di resistenza contro il restringimento più ràpido del bacino della cavità, e questa forza potrà farne spaccar le pareti, d'onde poi la spaccatura si continua lungo tutta la superficie della massa plutònica.

252. Non dobbiam crèdere che il fenòmeno delle spaccature si limiti ad apparire soltanto sull'esterna superficie; mentre è naturale ch'ei debba prodursi ugualmente e sulla superficie inferiore e ad una profondità qualsivoglia. Nulla ci garantisce che queste spaccature dèbbano èssere sempre orizzontali, chè anzi molti fatti ci attèstano ch'esse pòssono èssere verticali, e che assài spesso sono inclinate all'orizzonte sotto àngoli diversi.

253. Nei primi tempi dopo la consolidazione, per le ragioni ora esposte, manifestàvasi frequente e sotto

scala vastissima entro le masse plutòniche, il fenòmeno delle spaccature. Col lasso de' sècoli, procedendo il raffreddamento sempre più lentamente, e le molècole acquistando maggiore stabilità nelle posizioni da esse occupate, il detto fenòmeno doveva diventare più raro, e còmpiersi sovra una scala più limitata. Pare anzi che per alcune masse plutòniche anche questo residuo di attività sia interamente scomparso, e che àbbiano le loro parti potuto raggiùngere uno stato d'equilibrio pressochè stàbile. È per altro fuori di dubbio che nella maggior parte delle masse plutòniche questa specie di attività dura tuttora, e se di rado attualmente si fòrmano alla superficie della terra così estese spaccature da poterle paragonare a quelle che costituiscono il letto de' nostri fiumi, pure i frequenti scuotimenti del terreno in conseguenza dei quali ci pare talvolta che grandi estensioni di paese siano messe in moto da una forza orizzontale, tal altra siano percosse obliquamente ovvero dal basso all'alto, e qualche volta perfino siano quasi trascinate a girare intorno a sè stesse, scuotimenti accompagnati spesso d'aperture del suolo, quasi sempre preceduti da un cupo fragore sotterraneo, ci pòrgono prove ben manifeste di quanto abbiamo asserito.

254. I plutonj artificiali quantunque appartenenti ad una medèsima specie pure si compòrtano sotto questo riguardo assài diversamente gli uni dagli altri. Avvene alcuno in cui il fenòmeno delle spaccature comincia prima ancora della completa solidificazione, e persiste dopo di essa per un tempo assài considerèvole, tre o quattro volte

il tempo impiegato dal plutonio a consolidarsi. In altri invece il fenòmeno si manifesta in un modo sensibile tosto dopo la solidificazione, ma dura per un tempo assài breve, e finalmente molti ve ne sono che pare non ne presèntino alcuna traccia.

255. Tutti sanno che, anche in regioni della terra non soggette ad influenze vulcàniche, vi sono paesi continuamente infestati dai terremoti ed altri che gòdono il privilegio d'èsserne sempre rispettati. Gli esperimenti di sopra riferiti vàlgono a rènderci ragione di queste differenze mostràteci dalle diverse masse plutòniche.

256. Siccome per altro nell'època attuale i terremoti più frequenti e più rovinosi sono manifestamente in relazione colle forze vulcàniche, e dovremo più tardi ritornare sull'argomento, così per ora lo abbandoneremo, e passeremo invece ad occuparci delle cagioni a cui si deve che le rocce plutòniche siano quasi sempre un'omogenea mescolanza di diversi minerali.

Articolo XVII.

Perchè le rocce plutòniche siano per la maggior parte formate di minerali misti.

Costituzione delle rocce plutòniche in generale e del granito in particolare — Colla consolidazione del granito fuso non si reprìstina il granito — Supposizioni circa le càuse probàbili di tal singolarità — Effetti ottenuti col mezzo della pressione e del lento raffreddamento — Antichi tentativi per imitare sperimentalmente la struttura delle rocce plutòniche — Osservazioni sopra i detti tentativi — Risultati ottenuti per mezzo del plutonio — Come da un lìquido plutònico omogeneo possa uscire una mistura di due o tre diversi minerali.

257. È noto che i materiali di cui le rocce plutòniche sono costituite vèngono per la maggior parte dall'Orittognosta classificati fra i minerali misti; ma l'offrire una spiegazione soddisfacente del come siasi formato quell'omogeneo miscuglio di sostanze diverse finora non fu ad alcuno possìbile; cosicchè su questo problema che ci si presenta al limitare della geologìa regna ancora una densa oscurità, nè ciò che abbiam detto sul modo di formazione delle montagne parrebbe a prima giunta doverne agevolare la soluzione.

258. Per concretar meglio le idèe, fermiàmoci sopra un caso particolare, e prendiamo a trattar del granito.

Questa roccia consta di grani di feldspato, cristalli di quarzo e fogliette di mica.

259. Fondendo il granito si ottiene un lìquido omogeneo il quale consolidàndosi dà origine ad una materia omogenea affatto differente dal granito e da ogni roccia plutònica conosciuta.

260. Ora in qual cosa mai dal detto liquido poteva quello diversificare che col suo antico consolidarsi diede origine al granito? Forse che, essendo allora raccolto in masse enormi, doveva comportarsi diversamente che in piccola quantità? Forse che all'atto della consolidazione del liquido naturale qualche altra forza, che negli esperimenti si trascurò, esercitava sovr'esso la sua azione?

261. Si dubitò che la differenza potesse dipendere dalla pressione; epperò fatta intervenire questa forza anche ne' tentativi sperimentali, parve che conducesse a risultati soddisfacenti, purchè insieme ad essa si provvedesse a rèndere assài lento il raffreddamento del liquido.

262. A questo modo si riuscì con mezzi artificiali ad imitare qualcuno dei componenti delle rocce plutòniche, per esempio, il feldspato, il mica, l'augite, ec., ma non mai, almeno a giudicarne da ciò che tròvasi in Leonhard, a riprodurre quella mistura degli stessi che si riscontra nella maggior parte delle rocce plutóniche. Egli dice che (*) « tali prodotti dell'arte rassomigliano nei loro caràtteri » distintivi a quelli della natura, sebbene qualche cosa » di particolare non permette che gli uni si pòssano con» fòndere cogli altri ». — E più avanti (**). « È interes» sante il dire alcunchè sovra simili minerali formati » dall'arte. Io limito il mio discorso a quelli che hanno » particolare importanza sotto il punto di vista geològico, » perciò prenderò fra essi a trattare unicamente del

(*) Leonhard. T. I, Lez. 16, pag. 436.

(**) Leonhard. T. I, Lez. 16, pag. 438.

» feldspato, del mica, dell'augite e del ferro magnètico ». Poi soggiunge: (*) « L'opinione che i graniti, i pòrfidi, ec., » si fòssero un tempo trovati nelle profondità della terra » in istato di perfetta fusione, appena che fu emessa, » suscitò un mare di opposizioni e di confutazioni. Si cre- » deva che la struttura di quelle rocce, la loro natura » granulare, e l'apparenza in generale pietrosa fòssero » in contraddizione con quell'opinione; e ciò tanto più » in quanto che sìmili rocce, sottoposte alla fusione, » prendèvano costantemente in grado più o meno alto l'a- » spetto vetroso, od anche si convertivano in vetro per- » fetto. Tali obbiezioni pèrdono per altro assài di peso, » allorchè si prèndono in considerazione le circostanze » particolari, sotto delle quali, seguendo la teoria plu- » tònica, deve avere operato il calore nella formazione » di quelle pietre; mentre il liquido dovette raffreddarsi » assài lentamente e quasi sempre sotto la potente pres- » sione delle rocce circostanti...... Hall dimostrò che » a norma delle diverse circostanze sotto delle quali av- » viene la consolidazione del liquido, cioè a seconda del » suo raffreddarsi più o meno lento, da fuse lave si » pòssono ottenere così materie vitree come materie pie- » trose, ora dotate di struttura granulare ed ora cristal- » lina. Che le pietre d'origine ignea presèntino caràtteri » notabilmente diversi, secondochè più o meno rapida- » mente avvenne il raffreddamento, ci lo provò col mezzo » di esperimenti.

(*) LEONHARD. T. I, Lez. 16, pag. 442.

« Il modo regolare di separazione dei singoli com-
» ponenti d'una roccia plutònica, il grado più o meno
» perfetto di cristallizzazione, la struttura particolare
» che ne deriva sono tutti caràtteri i quali dèvono èssere
» considerati come la conseguenza d'una lenta consoli-
» dazione.

« Gli esperimenti di Hall, che poi vènnero da altri
» ripetuti e confermati, troppo si raccomàndano per la
» loro bellezza ed importanza, perchè io non debba pòr-
» gerne una breve descrizione. Egli espose al fuoco d'un
» alto fornello entro crogiuoli le lave dell'Etna e dei vul-
» cani d'Islanda. Dopo breve tempo quei pezzi èrano
» convertiti in un liquido fortemente fluttuante. Raffred-
» dato questo rapidamente forniva un vetro nero; ma con
» un lento raffreddamento si ottènnero invece masse cri-
» stalline aspre e granulari nella frattura, attraversate da
» innumerèvoli luccicanti fogliette, e con piccoli cristalli
» nell'interno delle cavernosità ».

Ed ecco come conclude:

« Vèdesi da quanto fu esposto che i risultati for-
» nìtici dalla formazione artificiale dei minerali, e dalla
» consolidazione di lave fuse spàrsero molta luce sulla
» struttura e sul modo di connèttersi dei diversi compo-
» nenti nella formazione delle rocce plutòniche e vulcàni-
» che. Però l'enigma non è ancora sciolto completamente;
» e molte condizioni dèvono èssere intervenute in quei
» processi naturali, dèvono aver dominato parecchie
» circostanze, operato certe forze che a noi sono ancora
» sconosciute ».

263. Si vedrà fra poco che la sola cosa sconosciuta e che si era trascurata di méttere in giuoco è il plutonismo.

Se la struttura delle rocce plutòniche fosse in così stretta dipendenza dalla pressione sofferta dal liquido e dal tempo del suo raffreddamento, come gli esperimenti di Hall tenderèbbero a farci crèdere, in qual modo si potrebbe rèndere ragione dell'uniformità di struttura presentata dalle montagne granitiche in tutta la loro massa, all'alto e al basso, verso l'esterna superficie e verso il centro? Ammessa una qualunque delle antiche ipòtesi sulla formazione delle montagne, è manifesto che la pressione e il tempo del raffreddamento avrèbbero dovuto enormemente variare nelle diverse parti delle medèsime e che per conseguenza anche la struttura dovrebbe presentarci consideràbili diversità. Che se partiamo dalla nostra teoria, nella quale soltanto quelle circostanze dovèvano avere operato pressochè in ugual modo su tutta la materia costituente la montagna all'atto della sua solidificazione; allora siccome il liquido andava dappertutto consolidàndosi allo scoperto, e quindi non era soggetto a pressione o a càusa alcuna ritardatrice della consolidazione, così le montagne, invece d'èssere pietrose, dovrèbbero offrirci l'apparenza di grandi ammassi di vetro.

Queste osservazioni, lungi dal gittare il minimo dubbio sulla verità dei risultati importanti ottenuti da Giàcomo Hall e dagli altri distinti naturalisti che li confermàrono o li ampliàrono, vèngono però in appoggio della sentenza espressa da Leonhard, e ci autorizzano ad

asserire èsservi ancora nella scienza una lacuna che invano si cercò di riempire esagerando la portata geològica dei citati esperimenti. D'altronde che le ipòtesi immaginate per spiegare la formazione del granito fòssero per lo meno insufficienti ci vien dimostrato ben anche dall'èssere tornate infruttuose tutte le prove colle quali se ne tentò l'imitazione.

264. Invece usando il plutonio artificiale si ottèngono spesso dei corpi dotati di struttura granitica, sebbene siano costituiti di materie affatto differenti da quelle dei graniti naturali. A questo modo il problema della struttura granitica è sciolto ancor più completamente che non sarebbe accaduto se col liquido tratto dalla fusione di un pezzo di granito questo si fòsse potuto esattamente repristinare.

Resta pertanto provato che la separazione dei singoli componenti e la struttura granitica si pòssono ottenere dalla consolidazione d'un liquido omogeneo, anche senza assoggettarlo ad alcuna pressione, o cercar di rallentarne il raffreddamento.

265. La ragione per la quale i liquidi plutònici prodùcono assài frequentemente dei minerali misti è manifestamente riposta in ciò che la consolidazione, tra il principio e il fine, si effettua sotto l'influenza di circostanze assài differenti. Per lungo tempo le arie che vanno svolgèndosi dal lìquido si mòvono in seno ad esso con un'intera libertà, e tròvano mille sfoghi per recarsi all'aperto e dissiparsi: invece più tardi i loro movimenti divèntano più difficili; sono accresciuti gli ostàcoli che

dèvono superare, e il nùmero delle aperture è invece notabilmente scemato. Pertanto nell'ùltimo liquido, il quale, come è noto, tròvasi disseminato dentro a tutta la massa, le arie si accùmulano in quantità esuberante, e si mòvono in seno ad esso diversamente che dapprincipio. È quindi naturale che la materia solidificàtasi nel principio debba differire alquanto per la composizione chimica, moltissimo per la struttura, da quella che si consolidò verso la fine. E con ciò s'intende come la roccia che ne risulta debba parere costituita da un'omogenea mescolanza di due minerali diversi.

266. Quando poi tra le materie aeree che rèndono plutònico il liquido alcuna ve n'ha suscettibile anch'essa di consolidarsi, allora, chiusa interamente la prominenza, l'ùltimo liquido, che nell'interno si consoliderà, manderà fuori un nembo di questa materia la quale, dapprima liquefatta, inumidirà uniformemente la roccia nell'interno a guisa di abbondante rugiada, e, infine solidificàtasi, darà origine a piccoli grani o cristalli di un terzo minerale.

Spiegata la formazione delle rocce miste a due o tre componenti, riesce assài fàcile l'estèndere la spiegazione al caso di un nùmero maggiore, il che per altro nelle rocce terrestri òccorre assài di rado.

Articolo XVIII.

Formazione dei graniti e delle rocce incoerenti.

Formazione successiva de' tre minerali il cui miscuglio costituisce i graniti — Evaporabilità della silice — Il plutonio de' graniti conteneva vapori silicei — Moltiplicità e varietà delle sostanze aeree contenute nei liquidi costituenti le masse plutòniche — Repristinazione del granito — Rapporti fra il feldspato e il mica — Origine delle diverse varietà del granito — Origine dei cristalli di quarzo — Attività delle masse granitiche nell'ùltimo periodo della consolidazione — Rottura dei cristalli granitici — Cemento che salda fortemente i frammenti — Poca tenacità del cemento e origine delle rocce incoerenti — Obbiezioni contro l'ipòtesi che il disfacimento delle rocce sia occasionato dal tempo — Vera cagione del disfacimento d'antiche rocce.

267. Applicando le cose esposte nell'articolo precedente al caso della formazione dei graniti, faremo osservare che il primo liquido che si consòlida dà origine ad un tessuto di cristalli feldspàtici che si distèndono entro tutta la massa, e s'incòntrano e s'incrocicchiano in mille modi diversi. Questa rete sòlida somiglia ad una spugna dovunque imbevuta di liquido plutònico il quale, procedendo nella consolidazione sotto circostanze mutate, fornisce un prodotto che dal vero feldspato differisce qualche poco per la natura chìmica, molto più per la struttura, ed è così che vanno generàndosi quelle innumerèvoli fogliette di mica che aderiscono ai cristalli feldspàtici, e sègnano le vie tenute dal liquido ne' suoi ùltimi movimenti. I vapori silicei, di cui èrano càriche le arie che rendèvano plutònico il liquido, condensati in tutti i piccoli vani esistenti verso il finire della consolidazione,

là trasformàtisi in lìquido e finalmente consolidàtisi, prodùssero quei cristalli di quarzo dei quali le rocce di cui ci occupiamo appariscon gremite.

268. Che la sìlice possa a temperature bastantemente elevate assùmere lo stato gasoso è verità comprovata da molti esperimenti, e presentemente ammessa da tutti; anzi quando è associata ad altri vapori può trovarsi in tale stato anche a temperature proporzionatamente moderate. Vèggansi a questo propòsito gli esperimenti di Jeffreys (*).

269. Che poi effettivamente anche la sìlice si trovasse in istato di vapore nell'interno del lìquido plutònico che diede orìgine ai graniti ci vien provato da moltissimi fatti, fra i quali basta il citare quello dei fonri a cristallo che così frequentemente s'incòntrano nelle montagne granìtiche.

L'esistenza della caverna prova l'antica presenza là dentro di caldi vapori: i cristalli di quarzo che ne rivèstono le pareti pròvano che gran parte di quei vapori doveva constare di sìlice.

270. Le arie disciolte nelle diverse masse del lìquido plutònico terrestre dèvono aver presentato grandi diversità. A somiglianza di ciò che ancora avviene nei lìquidi vulcànici, pare che queste arie fòssero il complesso di molti diversi principj, fra i quali dovèvansi trovare molte materie che anche alle ordinarie attuali temperature consèrvano la forma di gas. Èrano però a queste arie

(*) *Bibl. Un.* 1840. T. XXIX, pag. 117.

permanenti associati allora i vapori di materie che ora ci si presèntano dappertutto come dotate di un alto grado di solidità, e sulla cui fusibilità o volatilità non siamo giunti ad aver prove di fatto se non che in tempi recentissimi ricorrendo alle temperature più alte che coi mezzi attualmente conosciuti ci è possibile di ottenere.

Si può pertanto crèdere che sia avvenuto alla magnesia dei serpentini quello che alla silice dei graniti, le quali sostanze ora tròvansi in stato di solidità nel seno di quelle rocce, e un tempo dovèvano trovarsi, almeno in parte, in stato di vapore nel seno dei liquidi che le hanno prodotte.

Tali materie, come già si fece osservare, non dovèvano èssere le sole che trovàndosi nel liquido in stato aereo gli conferivano le proprietà plutòniche; ma certo insieme ad altre materie gasose vi contribuivano anch'esse.

È riservato alle esperienze il poter decidere se materie così facilmente solidificàbili pòssano bastare da sole a conferire ai nominati liquidi le proprietà plutòniche; ma le desiderate esperienze non sono di fàcile esecuzione per l'intensità della temperatura ch'esse richièdono.

271. Se ci fosse dato disporre di così alte temperature, vorremmo tentare la repristinazione d'un pezzo di granito; esperienza interessantissima della quale il plutonio artificiale ci offre i mezzi di presagir l'andamento, e descrivere in anticipazione i principali fenòmeni che la dovranno accompagnare.

Entro un vaso abbastanza refrattario si ripòngano alcune libbre di tritumi di granito ed all'incirca altrettante

.once di pòlvere di quarzo. Si esponga il tutto a così alta temperatura che non solo basti a fòndere il granito, ma valga ben anche a far volatilizzare in seno al liquido ottenuto una porzione della silice ch'esso contiene. Questo scopo si giudicherà raggiunto allorchè il liquido rigonfiato si cangerà in una spuma composta di minute bolle aderenti le une alle altre, ed abbondanti getti di vapore usciranno dal vaso.

Tali fenòmeni sono i sìntomi ai quali si riconosce che il liquido è càrico di gas, e si è fatto plutònico.

Estratto il vaso dal forno si vedrà condensarsi la spuma, ròmpersi le bollicine che la costituivano, e cessare ogni emissione di vapori. In somma il liquido riapparirà dotato di tutti i suoi caràtteri ordinarj, se non che la superficie sarà velata per uno straterello di materie ad esso eterogenee che si dovranno levare con ogni diligenza, e in modo che la superficie sbarazzata d'ogni impurità apparisca piana e lùcida come quella d'uno specchio.

Usati tutti questi riguardi, il liquido nel consolidarsi produrrà alcune sensìbili prominenze nel modo istesso secondo il quale abbiamo dimostrato che si prodùssero le montagne.

Il sòlido così ottenuto non avrà l'aspetto vitreo, ma bensì pietroso; e la struttura cadrà fra quelle che appartèngono alle rocce plutòniche.

272. La qualità della struttura dipende in gran parte dalla proporzione di silice evaporata: spesso si ottèngono corpi dotati di struttura granitica, e le diversità dall'uno

all'altro vèrsano specialmente nella proporzione del feldspato rispetto al mica.

È noto che anche ne' graniti naturali questa proporzione è assài variàbile; cosicchè abbiamo perfino i casi di graniti ora mancanti affatto dell'uno di quei componenti ed ora dell'altro.

273. Tanta mobilità nella proporzione del feldspato rispetto al mica ne trae a pensare che sia possibile la trasmutazione dei due corpi l'uno nell'altro, e che infine essi non siano che due modificazioni d'una medèsima sostanza. Partendo da questo principio non saremmo lontani dal crèdere che il feldspato sia una specie di mica più completamente elaborato, e che per conseguenza il mica non sia che feldspato imperfetto.

274. Sul principio della consolidazione la cavità plutònica si riempie d'innumerèvoli làmine parallele che si potrèbbero dire fogliette di mica se più tardi non si saldàssero strettamente insieme a formar dei cristalli di feldspato. Però quando la consolidazione è innoltrata abbiam visto che nel liquido residuo sovrabbonda la materia aerea che lo rende plutònico. Ciò spesso è càusa che verso il finire della consolidazione l'efflusso del liquido alla sommità della prominenza non più si compia colla consueta regolarità; chè anzi questo fenòmeno, accostàndosi a quelli presentati dai vulcani, può divenire intermittente. In quest'ùltimo caso le fogliette, che nell'interno della cavità plutònica vanno formàndosi pel progredire della consolidazione, rèstano separate e distinte, non più si sàldano insieme e costituìscono il mica.

275. Quanto più presto comincerà l'irregolarità nell'efflusso del liquido, ovvero il fenòmeno dell'intermittenza, tanto più il granito che ne risulterà sarà ricco di mica.

Se tale irregolarità non si presenta, allora il mica manca interamente, e si ha il granito gràfico: se invece l'irregolarità comincia a presentarsi sul bel principio della consolidazione, allora si ottiene un granito poverìssimo di feldspato, che si conosce sotto il nome di hyalocmite o greisen (*).

276. Chiusa appena la prominenza, il vapore siliceo, già in gran parte liquefàttosi per la pressione esercitata sovr'esso dall'ùltima aria che va svolgèndosi nell'interno d'una càmera senza uscite, geme fuori dagli infiniti cristalli di feldspato, ed anche dal seno delle fogliette di mica, s'insinua in tutti gli spazietti che dividono cristallo da cristallo, o un gruppo di foglie dal gruppo vicino, ed ivi si consòlida in grani od in cristalli di quarzo.

277. La separazione della silice e la formazione dei cristalli di quarzo ci viene annunciata da un frequente crepitare che va rapidamente propagàndosi da luogo a luogo per tutta la massa plutònica. Rompendo la medèsima ed esaminàndone un frammento, possiamo sorprèndere sul fatto la càusa di questo singolare fenòmeno. Tutto là dentro è in preda ad un attivissimo movimento. Mentre il lìquido geme dalle porosità di tutti i cristalli feldspàtici, questi, obbedendo all'attrazione molecolare,

(*) Pelouze e Fremy, Vol. 1, pag. 74.

all'esterne pressioni ed al raffreddamento, si contràggono in un minore volume; e nel tempo stesso le fogliette di mica per anàloghe cagioni si addòssano l'una all'altra più strettamente. Osservando come il liquido uscito dai cristalli travaglia per agglomerarsi in piccoli grani, si direbbe che si ripete internamente frazionato negli infiniti cristalli della massa plutònica il medèsimo fenòmeno delle prominenze che prima in grande s'era mostrato all'esterno per l'azione cospirante di tutto il liquido contenuto nella cavità.

278. In mezzo a questo vòrtice di movimenti i cristalli si spèzzano, e si convèrtono in scaglie od in grani, d'onde quel continuo crepitare di cui volèvamo rèndere ragione.

Il tempo nel quale dura questo fenòmeno è di sòlito assài superiore a quello che venne consumato nella formazione della prominenza. Ciò posto, è messa in chiaro la càusa di quello strano romoreggiare di alcune montagne che si considerava ancora come un fenòmeno affatto enigmàtico ad onta delle molte ipòtesi immaginate onde spiegarlo.

279. Quest'ùltimo liquido, che, movèndosi ed espandèndosi tra le diverse parti che costituiscono i cristalli, li spezza o li sconnette, serve d'altra parte a saldarli intimamente fra loro, perchè consolidàndosi presta ad essi di sòlito un forte cemento che li riunisce.

280. Ma questa che è la règola ordinaria patisce per altro frequenti eccezioni; e quando nelle rocce terrestri presentossi il caso in cui i frammenti dei cristalli spezzati

non avèvano pel liquido che produsse un simil fenòmeno bastèvole aderenza per cementarsi fortemente fra loro, allora si ottènnero montagne granitiche composte di piccole parti non aderenti; cosicchè non èrano in realtà che ammassi colossali di tritumi e di pòlvere che il tempo sfasciò e disciolse, venendo i materiali dai venti, dalle acque e da altre naturali cagioni, trasportati lontani dalla loro sede primitiva, e dispersi su tutta la terra.

Gli immensi depòsiti di materie mòbili e incoerenti che accènnano ad una totale distruzione di antiche rocce, le quali non lasciàrono oltre ad essi vestigio alcuno della loro esistenza, non èbbero, in parte almeno, origine diversa da quella or ora discorsa.

281. Infatti se le montagne distrutte avèssero dovuto soggiacere alla sèmplice azione dissolvente di forze esterne, come mai tante altre montagne avrèbbero potuto resistere così completamente alla detta azione da conservare ancora in modo manifesto, anche nelle parti più sporgenti ed acute, la loro originaria integrità? È vero che i geòlogi non fanno economia di tempo, e aggiungendo sècoli a sècoli arrivano molte volte a dar ragioni soddisfacenti di fenòmeni che diversamente parèvano affatto inesplicàbili; e nel caso attuale essi non màncano di dire che le montagne distrutte dovèvano datare da un'època incomparabilmente più antica delle montagne ancora esistenti.

Questa spiegazione potrebbe acquietarci se nelle montagne tuttora esistenti trovàssimo qualche specie di rapporto tra il progresso del loro disfacimento e la loro

presunta antichità; cosicchè si potesse prevedere un'època nella quale, scomparse le montagne più antiche, rimanèssero tuttavia quasi intatte da ogni deperimento le montagne recenti. Siccome è riconosciuto che le cose non procèdono così, e che invece molte montagne recenti sono in corso di distruzione più avanzata che molte montagne più antiche, e che per conseguenza anche attualmente la càusa principale del disfacimento delle montagne è riposta nella poca tenacità delle parti piuttosto che nella durata delle azioni esterne, così siamo inclinati a crèdere che quelle montagne le quali scompàrvero dalla terra senza lasciare alcun segno non àbbiano soggiaciuto all'azione distruggitrice del tempo, ma portàssero dentro le loro stesse viscere il germe della loro distruzione, quantunque forse coetanee a molte che ancora esistono intatte, e cui migliaja di sècoli non arriveranno a consumare.

282. Questo nemico intestino che distrusse le montagne appena formate abbiam visto doversi cercare nella càusa che spezza i cristalli dei graniti, quando quelle ùltime gocce del liquido non prèstano un cemento efficace a collegare insieme fortemente i frammenti dei cristalli spezzati. E poichè è dimostrato che anche l'attuale disfacimento delle rocce avviene piuttosto per difetto d'intrinseca resistenza alle forze di distruzione, che non per l'attività di queste, è naturale il pensare che quelle rocce che si disfècero interamente fòssero a ciò condotte perchè la coesione, che troviamo si varia nelle rocce attuali, fosse in quelle debolìssima o nulla.

283. Però materie incoerenti si formàrono per via plutònica anche in altro modo; ma di questo avremo occasione di parlare nel capo seguente. Ora vogliamo brevemente occuparci della distribuzione e del moto delle acque tanto alle superficie quanto nell'interno delle rocce terrestri, e specialmente dei fenòmeni prodotti dall'acqua plutònica.

Articolo XIX.

Acqua plutònica.

Aspetto che presenterebbe la terra se le acque non circolàssero — Circolazione delle acque — Penetrazione delle acque nell'interno delle rocce — Plutonismo dell'acqua — Congelazione dell'acqua sul fondo dei fiumi — Come avviene che il ghiaccio si distacca dal fondo — Montagne di ghiaccio — Fenòmeni plutònici de' ghiacciài — Sollevazione delle pietre gittate sulla superficie de' ghiacciài — Singolarità presentata nel fòndersi dal ghiaccio de' ghiacciài — Progresso de' ghiacciài — Regresso de' ghiacciài — Nevaccio de' ghiacciài — Le tre diverse parti de' ghiacciài — Paragone de' ghiacciai colle piante — Limite del ghiaccio stàbile e del ghiaccio mòbile — Càuse che pòssono far variare il detto limite — Come si spiega il movimento del ghiaccio ne' ghiacciài — Sproporzione nello sviluppo di due ghiacciài aventi comune il nevaccio — Spaccature ne' ghiacciài.

284. Se tutte le acque che in tanta copia appartèngono al nostro pianeta si fòssero stabilmente ridotte ad occupare le regioni più basse, la terra isterilita presenterebbe l'immàgine di due vasti deserti; un'immensa monòtona solitùdine ricoperta dalle acque, e un' adusta compàgine di nude rocce in modo vario sporgenti da quelle. Mancherebbe interamente quel ricco manto vegetàbile che ne riveste la superficie, e la vita animale anch'essa impoverita ridurrèbbesi a sole specie carnivore

viventi nell'acqua o in sua prossimità. È alle acque circolanti e a quelle che ne imbèvono la superficie che la terra deve attualmente la sua multiforme fecondità.

285. Il magistero col quale avviene il fenòmeno delle acque circolanti è interamente conosciuto. Quella metà del circolo che si compie dall'alto verso il basso, dalle montagne verso il mare, lungo le grandi spaccature della terra nel letto de' fiumi, si può seguire coll'occhio dall'origine fino al suo compimento. Il moto dell'acqua è una continua caduta provocata dal peso, facilitata dalla mobilità delle molècole liquide. Dell'altra metà del circolo, quella che deve còmpiersi per moto ascendente, non cade sotto ai sensi che l'atto finale. Infatti recàndoci nei luoghi elevati noi possiamo veder l'acqua accòrrervi in copia grandissima, discendendo dall'atmosfera sotto forma di pioggia, di gràndine, di neve, di rugiada, di nebbie o di brina. Il tragitto ascendente dell'acqua si effettua adunque sull'ali dell'aria, alla quale si va mescolando per l'evaporazione che succede incessantemente ov'essa tròvasi allo scoperto, e segnatamente alla superficie del mare.

286. Ma tutta l'acqua che pòrtasi alla sommità dei luoghi elevati non è destinata a discèndere fino al mare seguendo il corso de' fiumi: gran copia di essa pènetra al disotto della superficie, s'insinua nell'interno delle rocce, nelle cavità raccògliesi in laghi sotterranei, nelle profonde fenditure in rivi e fiumi nascosti scorre inavvertita sotto le nostre campagne e sotto le nostre città; tutte le porosità l'assòrbono, e le rocce se ne tròvano imbevute a guisa di spugne.

287. Durante il suo viaggio aereo l'acqua imbevèndosi d'aria diventa plutònica, del che abbiamo numerosissime prove come si rileverà da ciò che passiamo ad esporre.

È noto che l'acqua comune contiene sempre una certa quantità di sostanze aeree delle quali è ben anche assài difficile coll'arte il completamente spogliarla. Che poi in virtù di queste materie aeree essa diventi plutònica ce ne assicura il fenòmeno descritto al *n.*° 27, *pag.* 19, che fu anzi il primo de' fenòmeni plutònici da noi osservati (20). Ma l'attività plutònica dell'acqua non si manifesta mai tanto enèrgica quanto in quella recentemente caduta dal cielo, e noi mostrammo con soddisfazione a molti

(20) Un fenòmeno così comune e di tanta importanza non poteva sfuggire all'attenzione dei geòlogi, e il signor d'Omalius d'Halloy ne fa un cenno abbastanza esteso ne' suoi *Elementi di Geologia* che videro la luce saranno oramài vent'anni. È solo da pochi giorni ch'io venni in cognizione del passo interessante che vi si riferisce e che qui riporto nella sua integrità.

Voyons d'abord ce qui se passe dans les corps exposés au refroidissement sous nos yeux, et prenons pour premier exemple celui dont la solidification s'opère le plus souvent autour de nous, c'est-à-dire l'eau. Or, on sait que si de l'eau renfermée dans un vase est exposée à la gelée, on la verra passer presque entièrement à l'état solide avant d'avoir fait de mouvement sensible, mais qu'il arrivera ensuite une espèce de révolution subite, telle que le vase se brisera, ou bien, s'il offre assez de résistance pour empêcher cet accident, telle qu'il se formera sur la surface de la glace des espèces de protubérances qui, comparées a la masse, seront des élévations infiniment plus considerables que les plus hautes montagnes par rapport au volume du globe. Enfin, si le refroidissement continue après cette révolution, le morceau de glace n'éprouvera plus qu'une contraction thermométrique proportionnée au nombre de degrés.

D'Omalius d'Halloy. Éléments de géologie. Paris 1831, § 526, pag. 437.

amici un curioso spettàcolo che si avverò negli ùltimi giorni di gennajo di questo medèsimo anno (1850) in tutte le contrade della città, dove l'acqua proveniente dalla neve, fusa in parte ne' giorni precedenti, convertivasi in ghiaccio non piano, ma invece coronato da numerose prominenze. Raccolta un po' di quest'acqua e fatta gelare in un vaso, si trovò che produsse prominenze le quali non la cedèvano quanto al loro sviluppo a quelle del nostro plutonio artificiale. Vèdesi che nei paesi assài freddi si potrà approfittare di questo fatto per riprodurre, senza alcuna spesa, quasi tutte le nostre esperienze.

Molti fenòmeni naturali che non potèrono èssere fino ad ora completamente spiegati sono in relazione col plutonismo dell'acqua.

288. È noto, per esempio, che quando il freddo è così intenso da costringere l'acqua dei fiumi a rapprèndersi in ghiaccio, la congelazione comincia sul fondo; mentre parrebbe che dovesse avvenire il contrario, sia perchè l'acqua della superficie è più esposta all'azione del freddo, sia perchè l'acqua avvicinàndosi alla temperatura della congelazione diminuisce di peso specifico e sale alla superficie. Ma l'acqua in questo caso si comporta come i liquidi plutònici, ne' quali la consolidazione ha sempre cominciamento per mezzo di aghi che pàrtono dalle pareti del vaso entro cui sono contenuti.

I primi aghi che pàrtono dalle pareti laterali dell'alveo non pòssono gran fatto prolungarsi, perchè la corrente colla sua velocità li spezza e li trasporta con

sè. Solo quelli del fondo, protetti come sono contro l'urto dell'acqua dalle ineguaglianze del letto, pòssono raggiùngere un discreto sviluppo, e una volta che la prima rete di cristalli sia stabilmente formata, nuova acqua non può insinuàrvisi senza pèrdere gran parte della sua velocità; epperò la consolidazione là dentro va sempre più procedendo, e il ghiaccio sul fondo aumenta di spessore e di consistenza.

289. Siccome per altro il ghiaccio è più leggero dell'acqua, così crescendo il suo volume cresce la forza che tende a schiantarlo dal suolo; epperò succede frequentemente ch'esso di là si distacchi ed apparisca galleggiante alla superficie, ora poroso come una spugna, ed ora invece compatto come una pietra: differenze manifestamente dovute alla consolidazione più o meno innoltrata.

290. Nelle regioni pròssime ai poli, ove l'intensità del freddo giunge a convertire immense estensioni di mare in sòlide pianure, vèdonsi spòrgere al di sopra di esse alte rupi di ghiaccio le quali non sono ammassi che si staccàrono dal fondo, ma bensì vere montagne che si sollevàrono dalla superficie dell'acqua nel modo istesso col quale le montagne granitiche si sollevàrono dalla superficie del plutonio terrestre. Così vediamo in grande riprodursi naturalmente nelle acque del mare quel primo fenòmeno di plutonismo che sì fortemente m'aveva colpito quando mi si presentò nella poca acqua d'un secchio.

291. Ma i fenòmeni più interessanti dovuti al plutonismo dell'acqua sono quelli che ci vèngono presentati dai ghiacciài.

È nei ghiacciài dove l'attività plutònica dell'acqua si manifesta colla màssima evidenza. Partendo da ciò che abbiamo esposto circa il modo di comportarsi dei lìquidi plutònici, le spiegazioni di fenòmeni finora oscurissimi e che fùrono occasione di dottissime controversie si òffrono spontanee alla mente di chicchessia.

292. Leggendo, per esempio, che le pietre gittate sulla superficie d'un ghiacciajo dopo qualche tempo tròvansi sollevate, e sièdono sulla cima d'un cono di ghiaccio ch'esse ricòprono a guisa di capitello, chi non s'accorge èssere questo un fenòmeno affatto paragonàbile a quello da noi descritto al *n.*° 193, *pag.* 137, ove una gòcciola di plutonio lìquido, versata sulla crosta già sòlida di un plutonio ancora in attività, attràe a sè l'umor plutònico interno, e dà origine ad una prominenza? Il sasso nel nostro caso richiama alla superficie l'attività plutònica dell'acqua per la ragione che col suo contatto fonde la crosta, e il liquido trova èsito ad uscire e facilità di lavorare, difeso com'è dal sasso contro l'influenza d'un freddo troppo rigoroso.

293. Altro fenòmeno degno di osservazione è la struttura particolare del ghiaccio de' ghiacciài: questo, quando il sole comincia a fònderlo, non si disfà come il ghiaccio ordinario dalla superficie verso il centro, ma invece va liquefacèndosi ugualmente a tutte le profondità, cosicchè si converte in una massa spugnosa nella quale le parti rimaste sòlide fòrmano un viluppo di gròssi cristalli infitti l'uno nell'altro in modo da servirsi reciprocamente di sostegno: il tutto che ne risulta presenta grandissima

stabilità, nè si riesce a levare un cristallo senza spezzarlo. Quando però uno de' cristalli è tolto, facilmente tutti gli altri si sconnèttono, e spesso tutta la massa cede e si sfascia da sè.

Questo ghiaccio nel fòndersi ricalca la via tenuta dai liquidi plutònici nel consolidarsi; è naturale pertanto il pensare che anche nella sua consolidazione esso abbia tenuta la medèsima via; dal che si trae una nuova conferma della sua natura plutònica.

294. Per la particolare disposizione delle loro parti, questi plutonj acquosi allorchè si svilùppano non s'incorònano di catene di prominenze alla loro superficie superiore, ma invece prolùngano la propria massa ai loro lembi inferiori, e crèscono longitudinalmente in modo da far crèdere che l'intero ghiacciajo abbia progredito discendendo verso il basso ed innoltràndosi nella valle.

295. Le porzioni novellamente formate sono soggette a disfarsi e a sciògliersi in acqua: quando sopraggiunge il periodo del disfacimento si dice che il ghiacciajo si ritira; epperò le periòdiche alternative di accrescimento e di diminuzione dei ghiacciài, o, come si suol dire, i loro movimenti oscillatorj, sono la conseguenza d'un conflitto fra la forza di formazione e quella di distruzione che si combàttono con diversa fortuna là dove si compie il fenòmeno di cui discorriamo.

296. L'acqua plutònica che alimenta il ghiacciajo trae la sua origine da un immenso cùmulo di *nevaccio* che al basso confina col vero ghiaccio in cui si trasforma, e in alto sale a ricoprire le più elevate cime dei monti

circostanti. Questo nevaccio è perpetuamente mantenuto dalle acque e dalla neve che vi cadon sopra dal cielo, e, per la sua porosità assorbendo continuamente materie aeree, rinvigorisce sempre più il plutonismo dell'acqua che in esso si trova.

297. I ghiacciài pertanto sono formati da tre parti affatto distinte: superiormente il detto impasto di neve, d'acqua e di ghiaccio poroso che costituisce il nevaccio, e che è un inesauribile magazzino d'acqua plutònica; nel mezzo un'immensa massa di sòlido ghiaccio immòbile e perenne; nel luogo più basso un'appendice di ghiaccio mòbile e caduco il quale ad intervalli di tempo determinati va alternativamente avanzàndosi e ritraèndosi.

298. Non ci allontaneremmo dal vero paragonando il ghiacciajo ad una pianta rovesciata colle radici rivolte al cielo: il nevaccio che si appropria l'acqua del cielo per fornire il nutrimento al ghiacciajo rappresenta manifestamente le sue radici; il ghiaccio stàbile rappresenta il tronco; il ghiaccio che a periodi determinati si scioglie e si rinnova rappresenta le foglie che annualmente càdono e si rinnovèllano.

299. Anche il ghiaccio stàbile si è formato nello stesso modo di quello che è mòbile e caduco, e la ragione per cui persiste si è che là dove esso ritròvasi la forza di formazione prevale in un modo assoluto sulla forza di distruzione. Invece avviene che il ghiaccio mòbile trova presto dei limiti al suo sviluppo là dove la forza di distruzione sùpera in un modo assoluto quella di formazione. Il ghiaccio mòbile non può adunque occupare

altra estensione che quella entro i limiti della quale le forze di distruzione e di formazione pòssono farsi equilibrio, e dove per conseguenza l'una non può all'altra prevalere se non che provvisoriamente per circostanze e tempi determinati.

300. È chiaro che se la forza produttrice del ghiacciajo aumentasse la sua media energia, rimanendo uguali tutte le altre circostanze, anche la massa del ghiaccio stàbile aumenterebbe, e le oscillazioni nella parte mòbile del ghiacciajo comincerèbbero più lontano dal nevaccio e in luogo più basso. Se invece aumentasse la media temperatura dell'aria, rimanendo inalterate tutte le altre circostanze, una porzione del ghiaccio stàbile si fonderebbe, e le oscillazioni del ghiaccio mòbile comincerèbbero più in alto e più vicino al nevaccio.

Però una diminuzione della media temperatura del luogo non produrrebbe gli stessi effetti che un aumento della forza produttrice, nè una diminuzione nell'energia di questa forza potrebbe ritenersi come un esatto equivalente di un aumento di temperatura.

301. Come poi la forza produttrice vada periodicamente variando, cosicchè per un certo tempo essa prevalga alla forza contraria, e faccia crèscere la massa del ghiaccio mòbile, e poi sia da quella soverchiata, e la massa mòbile del ghiaccio vada a poco a poco disfacèndosi, risulta chiaramente dalle seguenti considerazioni.

La linfa che infonde la vita al ghiacciajo, e che lo mette in situazione di produr nuovo ghiaccio è l'acqua plutònica che in esso dovunque s'insinua, discendèndovi

dal nevaccio. Ma nel mentre che il ghiacciajo prolùngasi esteriormente una continua formazione di ghiaccio ha luogo anche nel suo interno, però le cellette diminuiscono di lume, i pori si restringono, i vasi capillari si ostruiscono; col progredire di questi fenòmeni resta sempre più limitata la quantità della nuova acqua plutònica che può penetrar nel ghiacciajo a intrattenervi la forza produttrice. Coll'affievolirsi di questa forza la produzione di nuovo ghiaccio si compie sempre più lentamente, e più tardi cessa quasi completamente d'aver luogo. Arriva pertanto l'istante in cui la forza distruggitrice prevale, e disfà interamente il lavoro operato dalla forza formatrice. Il ghiaccio di nuova formazione sciògliesi in acqua: nel ghiaccio stàbile ha luogo la fusione nell'interno della massa di tutte quelle particelle di ghiaccio che vi si èrano recentemente depositate, e l'acqua geme e cola dai lembi esterni del ghiacciajo per le infinite piccole aperture delle sue porosità. Dopo di ciò nel ghiacciajo ringiovanito pènetra un novello torrente d'acqua plutònica, l'energia della forza produttrice tròvasi ripristinata, e il fenòmeno dell'accrescimento del ghiacciajo succede a quello della sua diminuzione, il quale poi alla sua volta gli subentra, e così alternativamente per un tempo indefinito.

302. La natura plutònica de' ghiacciài ci viene ben anche confermata dall'osservazione che quando due ghiacciài prèndono origine da un solo nevaccio avviene spesso che gli accrescimenti dell'uno e dell'altro non si còmpiano in modo proporzionato, chè anzi parrebbe alcune

volte èssere di danno all'uno de' ghiacciài quelle medèsime circostanze che favoriscono lo sviluppo del ghiacciajo gemello.

303. Nella teoria da noi adottata questo fenòmeno si spiega come quello di due montagne contigue che si svilùppano affatto diversamente quantunque tràggano il loro nutrimento dalla medèsima cavità plutònica; fenòmeno anch'esso anàlogo a quello di due piante che hanno in comune le radici, e nelle quali lo sviluppo dell'una è a danno di quello dell'altra.

304. Finalmente, a completare il nùmero de' fenòmeni plutònici, non màncano di prodursi ne' ghiacciài lunghissime fenditure le quali si àprono in essi sotto l'influenza di circostanze, ed a seconda di leggi affatto anàloghe a quelle che prodùcono o govèrnano il fenòmeno delle fenditure nelle rocce d'origine plutònica.

305. Fùrono le òpere già citate di Leonhard (*) e di Berghaus (**) che mi fècero conòscere i diversi fenòmeni dei quali ho trattato in questo artìcolo. Raccolsi inoltre da esse che sommi ingegni, tra i quali Saussure, Arago, Gay-Lussac, Hugi, Charpentier, Agassiz èransi occupati della questione dei ghiacciài. Parèvami soverchio ardimento il metter mano in questa materia, mentre non m'era possibile il consultare i loro lavori; ma d'altra parte le spiegazioni dei fenòmeni tratte dalla teoria plutònica mi si presentàrono così spontanee e naturali che non seppi risòlvermi a sopprìmerne l'esposizione.

(*) LEONHARD. T. IV, Lez. 58, pag. 298 e Lez. 64, pag. 430.
(**) BERGHAUS. T. II, Cap. 38, pag. 473.

PARTE I. SEZIONE I.

CAPO SECONDO

PLUTONIO A SUPERFICIE COPERTA

Articolo I.

Distribuzione della materia.

Distinzione delle materie che servirono d'ostàcolo al libero lavoro del plutonio — Convenienza d'indagare l'origine di tali materie.

306. Nel capo precedente abbiamo passato in rassegna i principali fenòmeni prodotti dal plutonio allorchè lavora liberamente senza trovare alcuna resistenza alla superficie superiore: ora ci proponiamo di fare altrettanto pel caso in cui la presenza di materie estranee sulla superficie del plutonio, opponèndogli una continua resistenza, valga a modificare gli effetti che senza di esse sarèbbonsi ottenuti.

Il plutonio artificiale, sottoposto in questa mira a numerosi esperimenti, produsse fenòmeni varj e interessanti, molti dei quali ne' fenòmeni geològici naturali sovra una scala assài grande si tròvano esattamente riprodotti.

307. Ad esaurire questo argomento importantissimo richièdonsi studii più estesi ed accurati di quelli che a me fu possìbile di effettuare. Vorrèi però che i risultati incompleti da me ottenuti con queste prime ricerche svegliàssero in altri il desiderio di continuarle, e prestàssero sufficiente garanzìa che non si correrà pericolo d'intraprèndere uno studio infruttuoso.

308. Distingueremo in sòlide e lìquide le materie che, distese sulla superficie del plutonio, pòssono opporre ostàcoli al suo lìbero lavoro. Le sòlide converrà inoltre considerarle a parte secondochè fòrmano una crosta flessìbile, o una crosta affatto rigida, o secondochè costituiscono un letto di materie disaggregate, pòlveri, minute bricciole od anche grossi frantumi di qualche roccia spezzata.

309. Intanto essendo indubitàbile che nella maggior parte dei casi il plutonio terrestre, per gittar fuori le sue montagne, dovette vincere enormi resistenze a lui presentate da immensi cùmuli di materie sovrastanti ch'ei fu costretto a smòvere, a sollevare o a squarciare, non sarà fuor di propòsito il premèttere alcune considerazioni circa la probàbile provenienza di tali materie, e circa le cagioni per le quali il plutonio si dovesse trovare fra quelle imprigionato.

Articolo II.

Origine delle rocce metamòrfiche e di tutte quelle rocce che sollevate dal plutonio tròvansi ad immediato contatto con rocce plutòniche cristalline.

Schiuma del plutonio — Origine d'una prima crosta del plutonio — Altre croste del plutonio — Affinità del plutonio per molte sostanze straniere — Epurazione del plutonio — Rocce metamòrfiche — Obbiezioni contro l'origine ignea delle rocce metamòrfiche — Risposta all'obbiezione tratta dalla stratificazione — Risposta all'obbiezione tratta dalla presenza dei fòssili — Il carbon fòssile ha subito l'influenza di altissime temperature — Conservazione nelle rocce metamòrfiche dei fòssili animali — Passaggio insensibile delle rocce plutòniche nelle rocce metamòrfiche — Conglomerati ed altre rocce formàtesi sotto l'influenza del calore plutònico — Limitazione delle rocce di sedimento — Divisione delle rocce terrestri — Discordanza degli strati d'origine plutònica — Rocce alterate per la vicinanza di rocce plutòniche.

310. Il plutonio artificiale ha la proprietà, quando vien portato a temperatura alquanto elevata, di gonfiarsi in modo straordinario e di convertirsi, almeno parzialmente, in una specie di schiuma.

Se allora ponsi il tutto a raffreddare, le bolle che fòrmano la schiuma in gran parte si ròmpono, e il liquido che ad esse aderiva, scorrendo lungo le sottili pareti delle medèsime, trova la via per colare nella massa del liquido sottoposto.

311. Presto però la schiuma rimanente si consòlida, e siccome non dà alcun segno di attività plutònica distèndesi a guisa di una piana copertura sulla superficie del vero plutonio.

Questa crosta piena di vacui e come spugnosa è dotata di pochissima consistenza, ed è soggetta a disgregarsi assài facilmente, convertèndosi in un ammasso di materie polverulenti e prive affatto di coerenza. Se la pòlvere ricade sulla superficie del plutonio ancor liquido, o essa medèsima si fonde in una materia non plutònica che si consòlida di nuovo prima del vero plutonio, od òbbliga il plutonio superficiale a consolidarsi tra le sue diverse particelle che per tal modo si cementano insieme.

Pertanto sì nell'un caso come nell'altro il plutonio resta imprigionato sotto una crosta di materia ad esso estranea, e che aderisce fortemente alla sua superficie.

312. Ma bene spesso il plutonio non si avviluppa soltanto nell'accennata crosta spugnosa, o nella materia incoerente che risulta dal suo disfacimento, o nelle nuove croste in cui la stessa può convertirsi. Altri sòlidi inviluppi èscono dal seno del plutonio i quali prèndono regolarmente il loro posto in strati piani e paralleli, l'uno al di sotto dell'altro e tutti al di sotto della crosta già considerata.

313. Il plutonio dimostra ad alte temperature una singolare affinità per molte sostanze straniere, cosicchè le assorbe, e, ad onta delle differenze di peso specifico, le distribuisce entro la sua massa con molta uniformità.

314. Per altro la forza che mantiene questa specie di mescolanze è in stretta relazione colla temperatura del plutonio: al diminuire di questa anche l'energia di quella si affievolisce; epperò arriva un tempo in cui la mescolanza non può più èssere intrattenuta, e allora la

materia si sèpara dal plutonio, e a norma del suo peso specifico o precipita al fondo o sale alla superficie.

A questo modo il plutonio prima di consolidarsi si depura successivamente delle diverse materie eterogenee che trovàvansi con esso mescolate, e queste vèdonsi alla fine, separate fra loro, distintamente disposte in banchi o letti sovrapposti, costituire veri strati piani, paralleli ed orizzontali, nel fondo delle cavità plutòniche ovvero alla loro superficie.

315. Si conosce un gruppo di rocce la cui provenienza, per ambiguità di caràtteri lungo tempo incerta, fu il soggetto di molte contestazioni. Si credèttero dapprima rocce d'origine plutònica, si classificàrono più tardi fra le rocce d'origine netùnnica, e finalmente si pensò d'aver trovata la spiegazione dell'enigma attribuendo loro un'origine mista, cioè dichiaràndole deposizioni dell'acqua, alterate più tardi per l'azione del calore plutònico.

In conseguenza di queste ipòtesi quelle rocce che un tempo dicèvansi *rocce primitive stratificate*, e poi *rocce di transizione*, ora vèngono appellate *rocce metamòrfiche*.

316. Le rocce metamòrfiche presèntano nei loro caràtteri segni così spiegati d'èssere il prodotto dell'azione del fuoco, che non si sarebbe mai posta in dubbio la loro origine plutònica, se desse non fòssero stratificate, e non contenèssero i carboni fòssili e qualche vestigio di corpi provenienti dal regno animale.

317. Se ammettiamo che queste rocce siano emerse dal seno del plutonio terrestre nel modo dichiarato di

sopra, il presentarsi esse stratificate non è più cosa che abbia bisogno di spiegazione. È chiaro che il fenòmeno della stratificazione può procèdere ugualmente o da materie che contenute nell'acqua, separàndosi da essa, precipitano al fondo, o da materie che contenute in un altro liquido, separàndosi da esso, sàlgono alla sua superficie.

318. Nè la considerazione dei fòssili, che in queste rocce si contèngono, deve trattenerci dall'assegnare alle medèsime un'origine plutònica. I depòsiti metàllici, che in esse così copiosamente si tròvano, pàrlano abbastanza chiaro contro l'ipòtesi della loro origine netùnnica; cosicchè se anche i due fenòmeni, cioè la conservazione di sostanze vegetàbili od animali nel fuoco de' plutonj, e la formazione di grandi ammassi metàllici per deposizione delle acque, riuscissero ugualmente inesplicàbili, è certo che, posti di contro l'uno all'altro, si bilànciano esattamente, e l'uno distrugge l'importanza che all'altro si vorrebbe attribuire.

Ma il fenòmeno della trasformazione dei legni in carbon fòssile per mezzo del calore plutònico, tutt'altro ch'èssere inesplicàbile, non si potrebbe spiegare in altro modo fuorchè adottando l'ipòtesi da noi proposta.

319. Il carbon fòssile presenta tutti i caràtteri d'una materia che ha subito l'influenza d'un'altissima temperatura: anzi in molti casi non è inverosìmile che abbia avuto luogo perfino un rammollimento od un principio di fusione; e noi sappiamo che per produrre un simile effetto su qualche bricciola di carbone dobbiamo valerci dei mezzi più potenti che la scienza del calore giunse a

mèttere a nostra disposizione: d'altronde lo spessore dei depòsiti di carbone (30), l'omogeneità della materia, la sua compattezza, la presenza delle piriti e delle altre materie estranee che tròvansi disseminate nel carbone, sono altrettanti fenòmeni che non si pòssono spiegare senza ricòrrere all'influenza di altissime temperature.

Che poi la materia del carbone, ad onta di tali altissime temperature, abbia potuto conservarsi non ci deve per nulla sorprèndere, mentre allora, trovàndosi sommersa nell'interno del liquido plutònico, era preservata dal contatto coll'ossigeno; ed è noto doversi unicamente a questo contatto, se il carbone nelle circostanze ordinarie esposto all'azione del fuoco si consuma convertèndosi in gas àcido carbònico o in òssidi di carbonio.

320. Ciò che abbiam detto sulla conservazione dei carboni vegetàbili può del pari applicarsi alla conservazione di quelle scarse reliquie di èsseri animali di cui nelle rocce metamòrfiche, allo stato di carbone o di materie calcinate, tròvansi alcune volte le tracce (31).

(30) In Asturien kommen Kohlen-Flötze von zwanzig, ja von dreissig Fuss Mächtigkeit vor, aber wegen grosses Ueberflusses blieb die Gewinnung lediglich in den Händen von Tagelöhnern. Man kann sagen dass überall Kohlen gefunden werden, so häufig sind sie in jener Gegend. Stellenweise besteht der Fuss der Berge ganz aus reinen Kohlen, ohne dass diese mit anderen Gesteinen wechselten.
LEONHARD. T. II, Lez. 31, pag. 414.

(31) Was die Aenderungen betrifft, welche die Knochen erlitten, so sind sie nicht eigentlich versteinert, sondern vielmehr calcinirt (B. I, S. 382). Man findet dieselben rein weiss, selten braun oder röthlich gefärbt; zuweilen auch zwarz, wie verkohlt, und nur nach aussen weisslich. Den Zähnen blieb ihre natürliche Farbe, ihr Schmelz und zugleich ihre ganze Festigkeit.
LEONHARD. T. III, Lez. 39, pag. 181.

321. Inoltre il trasformarsi insensibile, che in molti luoghi s'incontra, delle rocce plutòniche nelle rocce dette metamòrfiche ci presta pure un òttimo argomento a favore dell'origine comune alle une ed alle altre.

322. Tutti i conglomerati, di cui gli elementi tròvansi omogeneamente ravvolti da un cemento plutònico che li salda fortemente fra loro, uscirono dal seno del plutonio terrestre in un modo anàlogo a quello or ora esposto. Le rocce che còntano simile orìgine estèndonsi più in alto che il gruppo delle rocce metamòrfiche, e inoltre dobbiamo ritenere che anche alla formazione di varie rocce, considerate finora come prettamente netùnniche perchè pòrtano segni incontestàbili d'èssere uscite dal seno delle acque, concorse la presenza del plutonio, o almeno del calore del liquido plutònico, accelerando l'evaporazione dell'acqua e la conseguente deposizione dei materiali di cui sono costituite (38).

323. Risulta da tali considerazioni che il nùmero delle rocce formàtesi per sèmplice sedimento a somiglianza

(38) In manchen Landstrichen sind nur Beweise ruhigen, allmähligen Absatzes vorhanden, in andern Gegenden aber müssen die Geschöpfe, deren Reste wir im Lias begraben finden, sehr schnell getödtet und mit Schlamm überdeckt worden seyn, so dass die Einhüllung der thierischen Substanz noch vor ihren Zerstörung erfolgte.

LEONHARD. T. III, Lez. 38, pag. 145.

In kaum glaubhafter Zahl müssen Belemniten an einzelnen Stellen zu Grunde gegangen seyn, so gross ist ihre Menge. Vielleicht wirkte eine, das Leben jener Thiere zerstörende Ursache auf das Wasser, welches sie bewohnten. Es gibt Schichten, die fast aus nichts Anderen bestehen und daher als Belemniten-Schiefer gezeichnet werden.

LEONHARD. T. III, Lez. 38, pag. 147.

di quelle prodotte tuttora dalle alluvioni, indipendentemente da ogni influenza plutònica, va ad èssere molto limitato e ristretto.

324. Le rocce terrestri, avuto riguardo alla loro origine, si distingueranno in *acquee, ignee* e *miste;* e le rocce d'origine ignea comprenderanno tre òrdini diversi contrassegnati dal nome di *rocce plutòniche, rocce vulcàniche* e *rocce d'epurazione.*

325. Allorchè i materiali costituenti alcuni di questi strati non si distèndono a ricoprire tutta la superficie del plutonio, avviene che le montagne, sorgendo sempre ove è minore la resistenza, èscono dal plutonio in quei luoghi che rimàsero lìberi dai detti strati. Anzi è naturale il pensare che questi luoghi siano rimasti lìberi da qualcuno degli strati d'epurazione, appunto perchè, dovendo da essi emèrgere le montagne, il movimento del lìquido era ivi più impetuoso; il che impediva la regolare deposizione di tutti gli strati in discorso. Però gli strati mancanti non pòssono èssere rialzati mentre gli altri lo sono, e così si gènera fra gli uni e gli altri quel fenòmeno che, per la mancanza di parallelismo negli strati, è conosciuto sotto il nome di *discordanza della stratificazione.*

326. Che poi le rocce d'epurazione che rivèstono le montagne dalle quali fùrono rialzate àbbiano subito speciali alterazioni di cui non v'è traccia ne' luoghi più lontani è cosa affatto sèmplice ad intèndersi; nè quanto a ciò vi deve èssere alcuna differenza così nell'ipòtesi ch'esse siansi primitivamente formate in seno all'acqua, come in quella che siano uscite dal seno di un lìquido plutònico.

Articolo III.

Strati flessìbili.

Prove dell'antica flessibilità di alcuni strati, e càusa da cui provenne — Inviluppi flessibili del plutonio artificiale — Rialzi della crosta — Spaccature dei rialzi — Dilatazione delle spaccature — Accrescimento degl' inviluppi vegetàbili od animali — Eruzioni del plutonio — Rapporti fra la direzione dei rialzi e quella delle catene di monti — Gas imprigionati nella cavità plutònica durante la formazione dei rialzi — Pioggia di bolle ascendente — Solco scavato dai detti gas ai lembi della massa plutònica — Serie d'isole accompagnanti le coste del continente — Influenza degli strati flessibili sulla formazione delle cavità — Rapporto fra la profondità delle cavità e l'altezza delle montagne. — Conferma della nostra teoria sull'origine delle cavità e delle rocce metamòrfiche.

527. Depuràtosi il plutonio nel modo sovra esposto, la materia che salì alla superficie, tròvasi di sòlito già consolidata, prima ch' esso pòngasi in azione; però, quando quest'azione incomincia, il calore della materia già solidificata non è che in piccola parte disperso, e consèrvasi ancora un grado sufficiente di flessibilità. Anzi questa proprietà, generalmente parlando, almeno negli strati inferiori più pròssimi al plutonio e conservanti la temperatura più alta, manifèstasi persistente in un grado elevato. Noi vediamo tuttora il dorso di molte montagne esattamente rivestito dagli strati che esse sollevàrono, i quali ne sèguono tutte le sinuosità per lunghissimi tratti senza èssersi spezzati; ciò che ne porge la più incontrastàbile prova, che, all'època in cui le montagne si formàrono, essi conservàvano ancora un alto grado di flessibilità.

328. Siccome anche il plutonio artificiale rivèstesi spesso di una crosta sòlida flessibile, così abbiam potuto, per mezzo di ripetuti esperimenti, esaminar davvicino i diversi fenòmeni che accompàgnano il lavoro del plutonio allorchè si compie sotto l'influenza d'un sìmile inviluppo.

329. Ecco che cosa avviene nel caso di un plutonio positivo, cioè di tal plutonio che quando è libero produce montagne. Tosto che il plutonio principia a solidificarsi, la crosta comincia a smuòversi ed a gonfiarsi. Più tardi solidificàndosi a contatto della crosta anche uno strato di plutonio, essa tròvasi saldata ad una specie di fòdera rìgida che le rende meno fàcili i movimenti ulteriori.

Però il plutonio, nel luogo istesso, ove a superficie libera avrebbe prodotto le montagne si accùmula sotto la crosta, e questa, in conseguenza dell'azione espansiva di tutta la materia che si consòlida, è obbligata a ripiegarsi e ad alzarsi.

Le prominenze che si fòrmano in tal guisa differiscono sotto varj rapporti dalle vere montagne. La materia che avrebbe generato un gruppo di queste per la resistenza della crosta si mantiene più unita, e non produce all'esterno che un ùnico rialzo: di più la superficie di questo rialzo è priva di tutte quelle sporgenze che rèndono così vario e accidentato l'aspetto delle montagne.

330. Secondo che la crosta più o meno presto indurisce e perde di sua flessibilità, avviene che più o meno presto si apre lungo tutta la superficie del rialzo una spaccatura la quale va continuamente ampliàndosi e mandando ramificazioni.

331. È assài interessante il seguire coll'occhio il modo secondo il quale la detta spaccatura e tutte le sue ramificazioni vanno dilatàndosi.

Il fenòmeno si compie con gran lentezza ed una regolarità a tutta prova. Dapprincipio è una screpolatura quasi invisibile, poi, divaricàndosi sempre maggiormente le labbra della ferita, si può guardar nell'interno fino ad una discreta profondità. Là dentro fra le minutissime maglie d'una rete sòlida vèdesi il plutonio ancor liquido penetrare, e sforzarsi inutilmente di vincere quell'ostàcolo onde apparir lìbero allo scoperto. I fori attraverso a cui tenta di passare sono troppo èsili, ed esso medèsimo, solidificàndosi in seno a loro, aumenta la resistenza che vorrebbe superare.

Nel tempo stesso la pressione esercitata dal plutonio lateralmente fa sì che la spaccatura vada sempre più dilatàndosi; il che si compie nella seguente maniera. Quella rete di cui abbiamo parlato, la quale non ha molta arrendevolezza, screpola secondo la lunghezza, e così pròducesi un gran nùmero di minutissime fessure pressochè parallele; ma queste fessure non rèstano aperte che un solo istante, poichè immediatamente vi pènetra il plutonio il quale ristabilisce con nuova materia sòlida l'interrotta continuità. Un istante dopo altre fessure si pròducono, e nuovo plutonio accorre a suggellarle, cosicchè la rete è continuamente rotta e continuamente rattoppata.

Quanto succede nella spaccatura principale si ripete entro le sue diverse ramificazioni le quali non solo si allàrgano ma vanno ben anche contemporaneamente

allungàndosi e moltiplicàndosi. A questo modo le spaccature pòssono qualche volta raggiùngere enormi larghezze; gli strati rialzàndosi divèntano sempre più erti; e si hanno esempj di strati resi verticali e perfin rovesciati.

332. Il processo col quale si compie il fenòmeno dell'allargamento delle spaccature ha molta analogìa con quello dell'accrescimento degli inviluppi vegetàbili od animali. Infatti se noi, per esempio, prendiamo a considerare il verde inviluppo d'una foglia, e lo seguiamo col pensiero dal suo primo sbucciare fino al suo completo svolgimento, non possiamo a meno di figurarci che l'accrescimento succeda sotto l'influenza della moderata ma continua pressione dei succhi interni. L'enorme diversità di grandezza fra l'inviluppo della foglia nascente e l'inviluppo della foglia matura ne porta a crèdere ch'esso sia andato continuamente distendèndosi per mezzo di numerosissime invisibili fenditure immediatamente rimarginate per l'influenza dei succhi riparatori che colla loro pressione le avèvano generate. Egli è cedendo a questa pressione che le molècole degli inviluppi organizzati, allontanàndosi l'una dall'altra, làsciano de' vacui ove si depòsita la nuova materia che ne promove l'accrescimento; e se noi avèssimo occhi capaci di apprezzare materialmente il fenòmeno, coll'allontanarsi delle molècole, vedremmo il corpo presentàrcisi come solcato da fenditure innumerèvoli secondo tutte le direzioni.

333. Continuando il plutonio a lavorare nell'interno dei rialzi e al di sotto delle spaccature, accade molte volte che per qualche lesione della parte superficiale si

apra la strada a scaturire. Allora o accontèntasi di riempire esattamente la spaccatura principale ed i suoi rami, ed ivi solidificàndosi dare origine a catene di monti ramificate, uscenti da un alto piedestallo, ovvero traboccando a torrenti dalla spaccatura si versa nelle pianure adiacenti seguendo i due versanti del rialzo, e consolidàndosi produce catene di monti di cui la direzione principale fa un àngolo più o meno grande colla direzione degli strati rialzati.

334\. Nel primo caso vèdesi il terreno della pianura rialzarsi gradatamente da luoghi lontanissimi fino sui fianchi delle montagne: e nel secondo caso vèdesi del pari la pianura aver perduto per grandi estensioni la sua orizzontalità, ma seguendo le linee che più rapidamente condùcono verso l'alto non siamo sempre guidati alla catena di monti. Humboldt non solo accenna i rapporti che lègano il fenòmeno del sollevamento degli strati a quello della comparsa delle catene di monti, ma ne traccia ben anche con mano maestra le dissonanze là dove s'incòntrano (33).

(33) *Les plissements de l'écorce terrestre (redressements des couches) quand ils datent d'une même époque géologique paraissent affecter une direction commune. La ligne des faites des couches relevées n'est pas toujours parallele à l'axe de la chaine des montagnes, elle coupe aussi quelquefois cet axe et il en resulte à mon avis, que le phénomène du redressement des couches, dont on peut suivre assez loin la trace dans les plaines voisines, est alors plus ancien que le soulevement de la chaine. La direction principale du sontinent européen (du S. O. uu N. E.) est opposée à celle des grandes failles (du N. O. au S. E.); celles-ci partent des bouches de l'Elbe et du Rhin, traversent la mer Adriatique, lu mer Rouge, le sistême des montagnes de Loutchi-Koh dans le Louristan et aboutissent au Golfe Persique et à l'Ocean Indien.*

Humboldt. *Cosmos.* Pag. 250.

335. Prendiamo ora brevemente ad esaminare le vicende che accàdono alle materie aeree le quali si svòlgono al di sotto dei rialzi per la consolidazione del plutonio. Quando il plutonio è libero l'aria si disperde quasi interamente attraverso alla superficie del liquido che lavora allo scoperto sulla sommità delle montagne in corso di formazione; ma quando la superficie del plutonio non è libera, allora l'aria imprigionata al di sotto degli strati già consolidati viene respinta nell'interno del liquido plutònico che appunto perciò acquista alcune nuove interessanti proprietà delle quali occorrerà discòrrere nella teoria dei vulcani.

336. Una certa pòrzione per altro sfugge continuamente attraverso a tutte le porosità delle spaccature, e quando queste siano sommerse nell'acqua ci si presenta lo spettàcolo singolare d'una vera pioggia ascendente d'innumerèvoli bolle le quali attravèrsano l'acqua rapidamente, e, dopo un istante di riposo alla superficie, si slànciano con impeto nel seno dell'atmosfera.

337. Ma la porzione principale dell'aria di cui parliamo viene ricacciata al di sotto della crosta verso i lembi della massa plutònica, dove produce un labirinto di cavità che per la maggior parte comùnicano fra loro, ed hanno figure e grandezze assài diverse, ma nel loro complesso costituiscono un solco di cui l'asse gira intorno alla massa plutònica seguendo una direzione quasi parallela ai suoi lembi. Dal fondo di questo solco si elèvano qua e là alcuni sòlidi pilastri che sèrvono di punti d'appoggio agli strati sovrapposti i quali per altro ad

onta di tali sostegni, specialmente se nel solco pènetra l'acqua, finiscono per cèdere, e precipitano nell'abisso che stava aperto sotto di loro.

338. Tale è l'origine di quella serie d'isole che accompàgnano alcune coste dei continenti in direzioni quasi ad esse parallele. Che un tempo il continente si estendesse fino ad esse è opinione da molti adottata; ma come poi queste estreme liste dei continenti avèssero finito per distaccarsi non s'era ancora potuto spiegare in un modo soddisfacente. Pare che di questi sprofondamenti del suolo si àbbiano avuti esempj in èpoche anche recenti, perchè, come dice Leonhard, esistono fra alcuni pòpoli delle tradizioni che ne consèrvano la memoria (34).

339. Se gli strati flessibili che ricòprono il plutonio sono d'impedimento alla lìbera formazione delle montagne sèrvono invece a favorire e a rèndere più regolare la formazione delle cavità. Gli strati si piègano e si adàgiano sulle pareti della cavità che va formàndosi; e assecondando col loro peso il successivo ritirarsi del liquido rèndono l'operazione più uniforme e più regolare.

340. Infatti noi sappiamo che le più grandi depressioni di terreno trovate sulla superficie del globo formàronsi sotto la protezione degli strati metamòrfici i quali si ripiegàrono in dentro seguendo le pareti delle cavità, come

(34) In Pensilvanien, im Staate New-York leben bis auf den heutigen Tag Sagen fort, denen zu Folge man, im sechszehnten Jahrhundert, trockenen Fusses von einer Insel zur andern gehen konnte, welche gegenwärtig durch einen 2,400 Fuss breiten Seearm getrennt werden.

Leonhard. T. IV, Lez. 60, pag. 351.

in altri casi si ripiegàrono in fuori seguendo tutti gli andamenti delle montagne.

341. Le più profonde fra queste cavità presèntano in senso contrario sviluppo uguale a quello delle più alte montagne (33).

342. La perfetta somiglianza dei fenòmeni presentati in senso contrario dagli strati metamòrfici, così quando sàlgono a distèndersi sui fianchi delle montagne come

(33) *Là où un lit de charbon de terre plonge et se recourbe pour remonter plus loin à une distance bien connue, il est possible d'évaluer en nombre la profondeur de la couche, et l'on a montré que ces dépôts de charbon mêlés des débris organiques de l'ancien monde s'enfoncent à deux mille mètres au-dessous du niveau de la mer (en Belgique par exemple); les calcaires et les couches dévoniènnes recourbées en forme de vallées atteignent une profondeur double.* (V. *Note* 125).

Humboldt. *Cosmos.* pag. 129.

(*Note* 125). *A défaut des travaux des mineurs, les couches qui se recourbent en forme de voûtes renversées, et que l'on voit plonger et reparaître plus loin, à une distance determinée, peuvent donner des indications précieuses sur la constitution des parties très profondes de la croûte terrestre; les données de cette nature ont un grand interêt pour la géognosie. Je dois les remarques suivantes à un excellent géologue M. de Dechen : « La profondeur de la depression formée par les » couches carbonifères de Lüttich au mont S. Gilles, d'après les mesures que j'ai » faites de concert avec notre ami M. de OEynhausen, est d'environ 1186 m. au- » dessous de la surface; comme le mont S. Gilles n'a certainement pas plus de » 130 m. de hauteur absolue, le fond absolu est à 1056 m. au-dessous du niveau » de la mer. Le sinus des lits de charbon de terre à Mons est encore de 568 m. » plus profond. Mais ces profondeurs sont bien faibles en comparaison de celle » qu'on peut déduire du gisement des lits de charbon de terre de Saar-Revier » (Saar-brücken). J'ai trouvé par differents essais, que la couche de charbon située » aux environs de Duttweiler, près de Saarlouis descend à 6710 m. au-dessous du » niveau de la mer ». Ce resultat dépasse de 2600 m. la profondeur que j'ai attribuée dans le texte, à un sinus formé par les plissements des strates dévoniènnes. Les lits de charbon de terre dont parle M. Dechen s'enfoncent ainsi au-dessous du niveau de la mer autant que le Chimborazo s'élève au-dessus du même niveau.*

Cosmos. Pag. 358.

quando s'infòssano ad adagiarsi sulle pareti delle cavità, ci conferma nell'opinione che tali strati siano usciti dal plutonio piuttosto che depositati dalle acque, e che le cavità si formàrono in un modo anàlogo alle montagne, cioè per l'azione di forze della stessa indole che operàrono in senso contrario.

Infatti se si suppòngono gli strati depositati dalle acque non vi è più alcun legame necessario fra l'època della loro deposizione e quella del lavoro del plutonio sottoposto, e, tolta la necessità di un tal legame, resterebbe inesplicàbile come in diversissime circostanze essi àbbiano potuto presentare uguali gradi di flessibilità, e comportarsi nel medèsimo modo. Se poi le forze che prodùssero le montagne e le cavità fòssero state d'indole diversa, e le une avèssero operato con lentezza e continuità, e le altre invece avèssero agito con violenza ed istantaneamente, gli strati adagiati in modi diversi avrèbbero senza alcun dubbio accusato la diversità dell'indole di quelle forze.

343. Ma poichè il plutonio quando cominciò ad operare si trovò qualche volta a contatto di materie rigide o incoerenti, così ne pare conveniente di fermare alquanto la nostra attenzione sui fenòmeni che in simili circostanze dèvono èssersi prodotti.

Articolo IV.

Strati rigidi e materie incoerenti.

Fenditure degli strati rigidi — Origine dei salti di terreno — Formazione di alcuni estesissimi altipiani — Formazione di conglomerati plutònici — Origine della pòlvere dei deserti — Origine delle òasi — Provenienza dei massi erràtici — Sollevazione di strati misti — Croste di piccolo spessore — Lenta sollevazione del terreno.

344. Quando gli strati immediatamente sovrapposti al plutonio non hanno flessibilità rispòndono all'azione espansiva di questo col fèndersi violentemente secondo diverse direzioni. Il nùmero, la disposizione, la lunghezza delle fenditure dipèndono, com'è naturale, dalla maggiore o minore fragilità degli strati, e sono in istretta relazione colla qualità della frattura appartenente alla materia che li costituisce.

345. Attraverso alle fenditure si dispèrdono in parte le arie separàtesi dal plutonio nell'atto della sua solidificazione; in parte esse sono respinte nel liquido, in parte pènetrano nella materia degli strati e ne àlterano le proprietà. Nel tempo stesso i diversi frammenti vèngono smossi e rialzati, e qualche volta il liquido penetrando fra l'uno e l'altro riempie le fenditure, e li cementa insieme tenacemente. Spesso però non si gènera che una sola sterminata spaccatura da cui pàrtono qua e là alcune poche ramificazioni. Allora l'una delle due parti, in cui resta divisa la massa plutònica dalla nominata spaccatura, comincia lentamente ad alzarsi: le due frazioni

della superficie rèstano piane e pressochè orizzontali, o, per parlare più esattamente, si mòstrano leggermente inclinate verso punti opposti dell'orizzonte; ma la differenza di livello fra l'una e l'altra va rendèndosi sempre più pronunciata; mentre, durante tutto il lavoro del plutonio, l'una delle due superfici resta pressochè immòbile al suo posto, e l'altra è continuamente spinta all'insù.

Lungo la spaccatura vèdonsi spòrgere le teste degli strati rialzati, e spesso sotto di questi sbucciare e sollevarsi un'estesa parete di roccia plutònica cristallina. La parete elèvasi pressochè a perpendicolo, e le due pianure convergenti verso di essa, ma situate ad altezze diverse, costituiscono ciò che si chiama un *salto di terreno.*

346. Se la spaccatura fa un giro rientrante in sè stesso, e tutta la parte in esso compresa sia portata in alto dall'azione del plutonio sottoposto, allora anche la porzione di superficie sollevata può mantenersi orizzontale, e dar l'esempio di estesissimi altipiani quasi livellati, circondati da pianure ancora più estese, e situate più in basso.

347. Come siansi formati grandi depositi di materie incoerenti, oltre a tutti quelli già da lungo tempo riconosciuti di origine netùnnica, abbiamo già in parte accennato al *n.*° **280**, *pag.* **183.**

Ora aggiungeremo chè anche i ciòttoli evidentemente arrotondati pel lungo scòrrere nel letto dei fiumi, quando si tròvano omogeneamente distribuiti in un massiccio conglomerato a cemento plutònico, dèvono èssere stati sommersi per qualche tempo entro il plutonio dal quale si separàrono più tardi quando questo si depurò.

In caso diverso, quando i ciòttoli od i frammenti non siano stati ugualmente e fortemente riscaldati, il liquìdo plutònico, che per la sua espansione giunge al di sotto di essi a toccare la loro inferior superficie, si consòlida immediatamente senza potersi molto addentro insinuare, e così si forma uno strato continuo di materia rigida che difende i ciòttoli superiori dall'immediato contatto col liquido plutònico. È pero naturale che il nominato strato debba fèndersi e cèdere all'azione del plutonio sollevàndosi in qualche sua parte, e così portando in alto tutto il volume di ciòttoli di cui la detta parte è caricata.

Sollevàndosi lo strato càrico di ciòttoli, questi vanno di mano in mano sdrucciolando sui fianchi della montagna ove il plutonio può investirli e cementarli fra loro.

Il conglomerato in questo caso suole avviluppare esteriormente la montagna ma non molto in essa approfondarsi: è inegualmente ricco di cemento a norma della profondità, e non possiede che una consistenza assài limitata.

348. Quando invece i ciòttoli o le materie incoerenti hanno soggiornato nel seno del liquido plutònico un tempo sufficiente per acquistarne la temperatura, allora senza quasi èssere smossi pòssono venire dal medèsimo assài profondamente penetrati, e ne risulta un conglomerato massiccio dòtato di molta consistenza e ugualmente ricco di cemento in tutto il suo spessore.

349. Oltre i modi già riferiti secondo i quali potèrono prodursi grandi depòsiti di materie incoerenti non dobbiamo ommèttere di accennare che la natura si valse

ben anche parecchie volte dell'evaporazione a produrre materie incoerenti d'una estrema tenuità. Tale è la provenienza della pòlvere silicea che ricopre molti vasti deserti. Quel plutonio quando era ancor liquido ravvolgèvasi in un'immensa nube di densi vapori, e questi, consolidàtisi pel freddo, ricàddero in pòlvere minuta sulla superficie stessa da cui avèvan tratto l'origine, e dove tutt'ora si tròvano.

350. Il plutonio spogliato a questo modo della maggior parte delle arie in esso contenute, non è più atto a produr grandi catene di monti; generalmente accontèntasi di produrre qua e là alcune depressioni sul terreno, intorno agli orli delle quali, verso il finire della consolidazione, vèdonsi spuntare moderate colline.

Abbiam già fatto osservare in altro luogo, (*n.*° 234, *pag.* 160) che le òasi nei deserti non èbbero altra origine.

351. Nelle grandi correnti di plutonio terrestre, specialmente quando esso movèvasi sovra un fondo ineguale e dotato di temperature diverse, doveva presentàrcisi un fenòmeno anàlogo a quello che si osserva nei nostri fiumi quando scòrrono in regioni fredde, ove l'acqua può congelarsi.

Soggiacendo l'acqua de' fiumi nel suo lungo tragitto all'influenza di circostanze diverse, avviene che si fòrmano qua e là delle congelazioni parziali quando la massa principale è ancora molto lontana dal pòtersi consolidare. Ora queste falde immaturamente agghiacciate vèngono spesso infrante dall'impeto della corrente, e i frantumi che ne risùltano, insieme ad alcune masse staccàtesi dal

fondo, appariscono galleggianti sull'acqua, e sono da questa continuamente trascinati. Ciò che nei fiumi non è che ghiaccio galleggiante nel plutonio sono pezzi di granito o d'altra roccia cristallina. Questi frammenti di roccia galleggianti allora sul plutonio liquido si tròvano al presente sparsi qua e là sovra terreni ai quali essi sèmbrano affatto estranei, e sono conosciuti sotto il nome di *trovanti* o *massi erràtici*. Queste singolari apparizioni di frammenti di rocce cristalline sovra terreni d'altra natura fornirono ai geòlogi materia di lunghi studj; e molte ingegnose ipòtesi vènnero proposte a spiegare la loro provenienza. Ammesso che questi massi erràtici si trovàssero un tempo galleggianti alla superficie del plutonio liquido, egli è chiaro che al presente non si dovrèbbero incontrare aderenti alle rocce cristalline provenienti dalla consolidazione del nominato plutonio, ma bensì divisi da esse per tutto lo spessore delle rocce di epurazione. Le catene di monti che sòrsero più tardi al di sotto di queste rocce spostàrono i massi erràtici facèndoli scivolar nelle valli; e quando li troviamo depositati in rocce miste ed in terreni di sedimento dobbiamo conclùderne che dalla violenza delle acque fùrono di nuovo sollevati e trasportati a qualche distanza dalla loro giacitura primitiva.

332. Dal complesso di ciò che fu esposto in questo capo abbiamo gli elementi per rènderci ragione dei fenòmeni quali dèvono èssere accaduti allorchè il plutonio era costretto ad esercitare la sua attività contro enormi croste fatte di strati, alcuni flessibili, altri rigidi, altri

incoerenti, in parte di provenienza plutònica, in parte di origine netùnnica; nè ci è d'uopo trattenerci maggiormente su questo argomento.

333. Quando invece la materia che fa ostàcolo all'azione del plutonio è dèbole e sottile, od è costituita da un piano straterello di quella materia cristallina nella quale si converte il plutonio esterno, se per una cagione qualunque s'impoverisce alla superficie delle materie aeree che gli conferiscono le proprietà plutòniche, allora avviene che dopo qualche leggera piegatura o rottura il liquido scaturisce liberamente, e sollèvasi in catene di monti poco dissimili da ciò che sarèbbero state se l'ostàcolo non avesse esistito. La sola differenza è riposta in ciò che il plutonio fin dal principio esce meno abbondante, dal che ne segue che le montagne raggiùngono minore altezza.

334. Vi è pertanto un eccesso di forza plutònica che travaglia nell'interno ad incurvare l'intera superficie sollevando lentamente le montagne intanto che si fòrmano, e lungo tempo dopo che sònosi chiuse interamente.

La Svezia, la quale, come è noto, (*V. la Nota* 1, *pag.* 9) va tuttora lentamente sollevàndosi, cosicchè sale da 1 a 2 metri per ogni sècolo, ci presta una prova manifesta del fenòmeno in discorso. Gli esperimenti eseguiti col plutonio artificiale ci assicùrano che quella forza sollevante andrà rallentando e spegnendo la sua energia senza produrre in quel paese alcuna desolante catàstrofe; soltanto varie estese spaccature si apriranno ad annunciar vicina la cessazione di quello straordinario fenòmeno.

Articolo V.

Materie liquide.

Rocce invernieiate — Riproduzione di tal fenòmeno per mezzo del plutonio artificiale — Regolarità con cui avviene la deposizione della della vernice — Vernice conservata sulle pareti delle caverne — Presenza dell'acqua sul plutonio liquido o sopra rocce infocate — Discordanze tra i fenòmeni naturali e quelli che si pòssono produrre col plutonio artificiale — Concordanze fra le due serie di fenòmeni — Temporanea disparizione del plutonio quando la crosta viene inondata d'acqua — Sommersione nell'acqua delle minori prominenze in corso di formazione — Sommersione nell'acqua di tutte le prominenze — Correnti di plutonio che traboccate dalle prominenze incòntrano l'acqua.

355. Prima di parlare degli effetti varj prodotti sul plutonio dalla presenza dell'acqua faremo cenno d'un fenòmeno singolare dovuto ad un liquido che da sè stesso si sègrega dal liquido plutònico, e sale alla sua superficie dove lo ricopre a guisa di leggera spalmatura.

Non si può dire che un tal liquido, stante la sua scarsità, opponga una resistenza sensibile al lavoro del plutonio, ma però mèrita di fermare la nostra attenzione sotto un altro riguardo.

Rompendo la viva roccia veniamo qualche volta a mèttere allo scoperto alcune cavernosità di cui le pareti sono liscie, quasi fòssero levigate, e sèmbrano còperte da uno strato di vernice lucente (36).

356. Di questo singolare fenòmeno qual sarà mai la più probàbile spiegazione? Come annunciammo più

(36) Unausgefüllte Blasenräume erscheinen an ihren Wänden grau oder blau angelaufen, auch mit glänzendem Firnissartigem Ueberzuge bekleidet, wie diess viele Schlacken gewöhnlich zeigen.

LEONHARD. T. II, Lez. 17, pag. 11.

sopra, il plutonio artificiale si può preparare per modo che un sottile strato d'un liquido particolare da esso si sèpari, e ascenda a galleggiare alla superficie. Allora ad ogni nuova onda di liquido plutònico che scaturisce dalla cavità vèdesi sul piano superiore della prominenza una porzione del detto liquido èssere respinta verso gli orli ove s'immèdesima col plutonio che là si solidifica, coprèndolo di un vero strato di vernice lucente. A questo modo le pareti esterne della prominenza, di mano in mano che si fòrmano, s'appròpriano la loro porzione di questa vernice, e la prominenza istessa finisce col trovàrsene interamente rivestita.

557. La qualità e le proprietà esterne della vernice vàriano secondo il modo di preparazione del plutonio; tra questi uno ve n' ha pel quale la vernice prende un brillante metàllico pronunciato, e va depositàndosi sui fianchi della prominenza con sì grande regolarità che le diverse linee presentate da essa, in conseguenza d'una distribuzione delle sue molècole non affatto uniforme, quando ancora distendèvasi in istato liquido sul piano superiore della prominenza, si tròvano stabilmente riprodotte sui fianchi della prominenza solidificata.

558. Pertanto s'egli è possìbile che siano sorte dalla terra intere montagne esternamente rivestite di una specie di vernice, non ci deve sorprèndere che questa abbia potuto conservarsi fino ai nostri giorni sulle pareti delle caverne le quali non èrano soggette come la superficie esterna delle montagne alla forza distruggitrice delle intemperie.

359. La presenza dell'acqua deve avere esercitato una grande influenza sul modo di comportarsi del plutonio, ed oggidì, dopo le interessanti scoperte di Boutigny sullo stato sferoidale dei corpi, non vorremo più negare la possibilità della sua presenza ad onta della sua facilità ad evaporare e dell'altissima temperatura del plutonio liquido. Chè anzi egli è appunto all'altezza di questa temperatura che l'acqua è debitrice d'aver potuto in quei tempi antichissimi stazionar sulla terra quando questa era ancor liquida o cominciava appena a solidificarsi. Le esperienze del Boutigny ci hanno fornito buone ragioni per crèdere che mari o torrenti d'acqua àbbiano potuto esistere a contatto di mari o torrenti di fuoco, senza che questo si spegnesse o quella diventasse bollente.

360. Stante la gran differenza di temperatura sotto della quale si compie la consolidazione dei due plutonj, il naturale e l'artificiale, e quindi la ràpida evaporazione che nell'ùltimo caso facilmente si pròvoca, e non doveva aver luogo nel primo; è certo che molti fenòmeni naturali non si potèrono ancora riprodurre artificialmente, e che tutti i fenòmeni, i quali artificialmente si potèrono produrre, non dèvono avere avuto i loro anàloghi nella consolidazione del plutonio naturale.

361. Ci limiteremo pertanto alla descrizione di quei pochi fenòmeni ottenuti sperimentalmente che pare àbbiano avuto i loro uguali nei fenòmeni terrestri.

362. Versando acqua sulla crosta sòlida d'un plutonio artificiale da cui stiano uscendo alcune prominenze, il liquido che le alimenta tutt'a un tratto sparisce come

se fosse succhiato nell'interno della cavità da una forza assorbente: riapparisce per altro un istante dopo, ed anzi vi accorre in maggior copia di prima e dotato di maggior velocità.

363. Se l'acqua aumenta a segno da sommèrgere interamente le prominenze minori, arrèstasi in queste ogni efflusso di liquido, si consòlida anche lo strato di lìquido superiore, e si suggella ogni apertura. Però il chiùdersi di queste prominenze è tutto a vantaggio di quelle che rèstano aperte dalle quali vèdesi il liquido sgorgare con maggior forza.

364. Infine, sommerse tutte le prominenze, continuano alcune a svilupparsi, ma prima si avvòlgono in un inviluppo flessibilìssimo che anch'esso dilàtasi coll'ingrandirsi delle stesse le quali in questo caso crèscono assài regolarmente, assumendo forme poco variate terminanti superiormente in cùpole rotonde. (*V. Nota* 14, *a pag.* 74).

365. Che se dalla sommità d'una prominenza discende una corrente di plutonio ad immèrgersi nell'acqua, per qualche tratto progredisce come se fosse perfettamente libera nel suo cammino, poi vèdesi arrestarsi e convertirsi in un àrgine quasi verticale, sollevàndosi a considerèvole altezza senza più traboccare. Ciò spiega come le coste del mare, là dove le rocce cristalline si mòstrano allo scoperto, sono per lo più scoscese e dirupate e si èrgono dal fondo dell'acqua a guisa di verticali muraglie (*).

(*) Leonhard. T. IV, Lez. 51, pag. 29.

SEZIONE SECONDA

DELLA

PARTE PRIMA

SEZIONE SECONDA

PLUTONIO CONSIDERATO COME AGENTE DI FENÒMENI FISIOLÒGICI

366. Descritti i fenòmeni quali ci si presentàrono allo sguardo nella serie de' numerosi esperimenti che abbiamo eseguiti, e segnalate le conseguenze pròssime a cui ne parve che potèssero condurre, ora ci resta a considerarli nel loro complesso da un punto di vista più elevato, onde trarne quelle conseguenze più rimote, ma più generali che spontaneamente ne scaturiscono. La materia che ora comincia, sebbene meno positiva e più congetturale, pure mèrita di fermare più vivamente la nostra attenzione, perchè le quistioni che in essa si tràttano ci tòccano più davvicino, e vàlgono a palesarci alcuni non sospettati legami tra fenòmeni assài disparati.

Divideremo la presente sezione in due capi; dimostreremo nel primo l'esistenza della *vita minerale,* e consacreremo il secondo ad alcuni cenni di *fisiologia plutònica.*

CAPO PRIMO

PLUTONISMO DE' LÌQUIDI ORGÀNICI

Articolo I.

Analogìe dei fenòmeni plutònici colle funzioni dei vegetàbili e degli animali.

Paragone fra il consolidarsi de' plutonj e l'organizzarsi degli uovi — Paragone tratto dalla presenza degli inviluppi esterni — Convergenza di tutte le azioni verso un ùnico scopo — La materia dei vasi è formata a spese del liquido che in essi si move — I vasi nelle montagne sono disposti come quelli dei tronchi nel vegetàbili — La temperatura delle varie parti è mantenuta dal liquido nutritivo — Presenza di forze moderatrici — Sostegno de' liquidi nutritivi in occasione di ferite — Innesto — Periòdica riproduzione di ghiaccio ne' ghiacciài — Effetti parziali dovuti ai residui delle forze generali — Somiglianze esterne del plutonio artificiale col sangue vivo.

367. Riandando col pensiero i fenòmeni plutònici descritti, troviamo frequenti e marcate analogìe con quelli presentàtici dai vegetàbili e dagli animali.

368. La consolidazione d'un liquido plùtonico è nel regno minerale il solo processo conosciuto che sotto molti rapporti ci ricordi quello dell'organizzazione d'un uovo.

La consolidazione in entrambi i casi procede lenta attraverso a tutta la massa liquida, e produce sempre ne' medèsimi luoghi, con norme costanti, corpi di determinata figura: poi come nell'uovo ogni òrgano che spunta

servè di mezzo allo svolgimento degli òrgani successivi, così nel liquido plutònico sono i cristalli appena formati che sèrvono di punto d'appoggio e di fòmite alla deposizione dei successivi cristalli. Tosto che qualche parte sòlida apparisce, il liquido adiacente è posto in movimento, e questo accorre dappertuttò ove in un caso la sua presenza è richiesta dal progresso dell'organizzazione, e nell'altro caso tròvasi necessaria al regolare procedimento della consolidazione. Inoltre egli è evidente che tutti i fenòmeni sono coordinati verso un ùnico scopo, a raggiùngere il quale è posta a contribuzione l'attività di tutta la massa. Il pulcino non è completo finchè qualche porzione dell'uovo ancora rimane che non abbia preso parte alla sua formazione, nè la prominenza si chiude finchè qualche porzione di plutonio persèvera immòbile nel suo stato di liquidità.

369. Il liquido plutònico nelle montagne, e i liquidi nutritivi nelle piante e negli animali limitano da sè medèsimi il campo entro cui esèrcitano la loro attività ravvolgèndosi tutt'all'intorno entro particolari inviluppi. È vero che l'inviluppo dei vegetàbili e degli animali li rinchiude da ogni lato come entro ad un sacco senza apertura, mentre nella maggior parte delle montagne in corso di formazione il liquido che le alimenta mòstrasi superiormente allo scoperto, cosicchè l'inviluppo non rappresenta in questo caso che un sacco ripieno a bocca aperta. Di più, per l'arrendevolezza del loro inviluppo, avviene che gli animali e i vegetàbili pòssono al di sotto del medèsimo, distendèndolo quanto occorre, svilupparsi in tutte

le direzioni; e invece la rigidezza dell'inviluppo esterno delle montagne impedisce a queste di crèscere in tutte le altre direzioni fuorchè in altezza. Però *al n.*° 141, *pag.* 107, abbiamo descritto il caso di montagne che si svilùppano secondo tutte le direzioni in un modo esternamente simile allo sviluppo del tronco degli àlberi; ed al *n.*° 364, *pag.* 224, abbiamo ricordato il caso di quelle montagne che si ravvòlgono completamente in un inviluppo flessibile, e che per conseguenza imitano perfettamente il caso degli animali o dei vegetàbili.

370. La montagna rispetto alla cavità plutònica non dèvesi considerare come un'appendice passiva, od una specie di serbatojo ove trova sfogo il liquido che nella cavità plutònica non può più èssere contenuto. La montagna è una vera continuazione della cavità plutònica, e le forze, che lavorando nell'interno di questa mèttono in movimento il liquido, non rèstano oziose in seno di quella.

L'attività è uguale dappertutto, e lo scopo ùnico di tale attività è il progressivo incremento della montagna. Pertanto dobbiam ritenere che la prominenza riceve il liquido dalla cavità plutònica non come un vaso riceverebbe l'acqua da una sorgente, ma bensì come il ramo d'una pianta riceve il succhio dal tronco. Se in una prominenza che sta formàndosi potèssimo tutt'ad un tratto intercettare le comunicazioni ch'essa tiene colla cavità plutònica, la vedremmo ugualmente chiùdersi alla sommità, mandando fuori varie piccole cime, e si comporterebbe esattamente come un ramo di sàlice il quale,

quantunque reciso dalla pianta, continua per qualche tempo a produr ramoscelli, e a rivestirsi di foglie. Per tal modo le diverse parti della massa plutònica, spiegando attività coordinate verso un ùnico scopo, manifèstano fra loro e col tutto quegli stessi rapporti di dipendenza che noi siamo sòliti rinvenire negli òrgani degli èsseri vegetàbili od animali, e che crediamo esclusivamente proprii di ciò che costituisce un vero individuo.

371. La nutrizione delle montagne si òpera alle spese di un liquido che si muove entro canali sòlidi, i quali si svilùppano appropriàndosi la sostanza del liquido stesso, ciò che è la ripetizione letterale di quanto accade in tutti i vegetàbili e in tutti gli animali.

372. Il liquido plutònico, per servire allo sviluppo della montagna, sollèvasi attraverso a un tronco sòlido perforato da infiniti tubi capillari, esattamente come fa il succhio passando attraverso al tronco dei vegetàbili (*n.*° 85, *pag.* 73).

373. A somiglianza di quanto ossèrvasi nella maggior parte degli animali ed anche in alcuni vegetàbili, la temperatura della montagna che si forma è superiore a quella dell'ambiente in cui si trova, indipendente da essa e quasi costante: il liquido che la nutrisce è pur quello che le apporta il calore necessario affinchè la nutrizione possa regolarmente progredire.

374. Come negli animali così anche nelle montagne esistono forze moderatrici le quali paralizzano interamente fra certi limiti gli effetti di sovrabbondante o manchèvole nutrimento (*n.*ⁱ 108 . . . 111, *pag.* 88).

375. Gli animali, i vegetàbili e le montagne si pòssono considerare come spugne inzuppate di liquido nutritivo; e in tutti tre i casi tagliando leggermente le parti sòlide anche nei luoghi più bassi dove si crederebbe che il liquido avesse ad uscire con impeto succede tutto il contrario. Il movimento generale del liquido nutritivo non è sensibilmente alterato, e soltanto poche gocce dello stesso accòrrono alla ferita e la cicatrizzano (*n.*° 192, *pag.* 135).

376. Che se poi nella ferita d'una pianta innèstasi una gemma, o in quella della montagna si versa un po' di plutonio, vèdesi nell'un caso uscire un ramo, nell'altro una nuova punta della montagna (*n.*° 193, *pag.* 137).

377. Abbiam visto il ghiaccio in virtù del plutonismo dell'acqua riprodursi ne' ghiacciài periodicamente come fanno le foglie negli àlberi (*n.*' 297, 298, *pag.* 193).

378. Dopo l'estinzione della forza plutònica principale, quando le montagne son chiuse, ed all'esterno non appare più alcun segno di attività, la massa plutònica subisce grandi spaccature rettilinee, e riproduce il fenòmeno del fèndersi dei tronchi d'àlbero dopo che in essi è spenta la vita (*Sez. I, Cap. I. Art. XVI, pag.* 161 *e seg.*).

Di più il movimento intestino delle molècole, che nelle dette masse plutòniche persiste ancora lunghissimo tempo, e modifica la loro consistenza e la struttura (*n.*' 277, 278, *pag.* 182), trova il suo somigliante negli organismi animali, ove è noto che i moti molecolari dùrano in un modo percettibile parecchi giorni dopo la morte, e sono pure la càusa di varj fenòmeni singolari.

379. Aggiungeremo per ùltimo, che chi ha visto una volta nel campo del microscopio circolare il sangue attraverso a qualche parte trasparente d'un animale, non può aver dimenticato che il liquido sanguigno presenta una turgidezza ed una mobilità così straordinarie, quali giammài non gli era occorso di osservare nel movimento di qualunque altro liquido. Ora ciò che immediatamente colpisce, vedendo lavorare il liquido plutònico, è appunto l'esatta riproduzione dei nominati fenòmeni, i quali danno una tinta così caratteristica al movimento del sangue, e che sembràvano ad esso esclusivi. Paragonando il moto del sangue a quello del plutonio, suggerisce spontaneamente, per caratterizzare quest'ùltimo, l'espressione di *sangue minerale*.

Articolo II.

Qual può èssere la ragione delle notate analogie.

Le notate analogie sono puramente accidentali ovvero sono la necessaria conseguenza di una càusa comune? — Via da seguirsi per giùngere alla soluzione della quistione in discorso.

380. Di tante e sì forti analogie deve pure esistere qualche ragione. La nutrizione delle montagne è un fenòmeno che noi abbiam potuto seguire passo a passo, ed analizzare in tutte le sue circostanze e ne' suoi più minuti dettagli. Siffatte analogie colla nutrizione dei vegetàbili e degli animali io non le aspettava e non andava cercàndole, ma mi si presentàrono da sè. Vi sarebbe forse qualche più stretto legame fra le nutrizioni di queste diverse categorie di corpi? Le notate analogie piucchè

a somiglianze esterne e puramente accidentali accennerèbbero forse a qualche somiglianza più intima nelle cagioni di quei fenòmeni, per cui provenendo tutti da una medèsima sorgente dovèssero necessariamente rassomigliarsi?

Il sentimento profondo che *nell'universo non dòmina che un'ùnica idèa*, avvalorato ben anche dal desiderio di poter pòrgere anch'io qualche tributo alla vagheggiata *unità*, abattendo qualcuna delle barriere che, riverite per la loro stessa vetustà, sòrgono ancora inataccate dallo spirito filosòfico del nostro sècolo, mi traeva verso tale opinione.

D'altra parte l'opinione generale così pronunciata contr'essa, le severe parole con cui il padre della scienza, l'illustre Humboldt, biàsima il naturalista Danese Jessen, per aver attribuito alle pietre ed alle rocce la facoltà di crèscere come per intussuscezione (37), e finalmente l'abitùdine degli studj matemàtici, mi rendèvano timoroso di pronunciare un giudizio troppo affrettato.

In tal contrasto cercài di approfondire la quistione quanto m'era possibile, onde poter decidermi con maggior

(37) *Dans un ouvrage intitulé:* Kongeriget Norge fremstillet efter dets naturlige og borgerlige Tilstand, Kjœbenh 1763. *Jessen a cherché à approfondir les causes des variations qu'éprouve la différence de niveau de la mer et de la terre ferme en prenant pour base les déterminations anciennes de Celsius de Kalm et de Dalin. Après avoir débuté par des assertions erronées sur la faculté qu'il attribue aux pierres et aux roches de croître comme par intus-susception, il se prononce finalement pour une hypothèse plus rationelle, et il rattache aux tremblements de terre comme conséquence l'exhaussement graduel du sol.*

HUMBOLDT. *Cosmos.* Pag. 414 (Nota 350 alla pag. 246).

cognizione di càusa. Esporrò negli articoli seguenti le considerazioni che mi guidàrono nelle mie ricerche, e i risultati più interessanti a cui mi condùssero.

381. La via da tenersi si presentava spontanea. I fenòmeni della nutrizione delle montagne sono perfettamente chiari e completamente spiegati: in essi non v'è più nulla d'incerto, nulla che lasci luogo ad arbitrarie interpretazioni. Se fosse del pari chiaro ed aperto il meccanismo della nutrizione nei vegetàbili e negli animali, paragonando le leggi che lo govèrnano a quelle della nutrizione delle montagne, si potrebbe immediatamente risòlvere la quistione che ci siamo proposta. Siccome per altro fino ad ora non fu possibile il dar qualche ragione di questo meccanismo senza fare una parte larghissima alle occulte *forze vitali*, così si può ritenere che la vera spiegazione è ancora avvolta in profonda oscurità.

Resta pertanto lìbero il campo a nuove ipòtesi, fra le quali noi prenderemo ad esaminare quella che meglio ravvicinerebbe la nutrizione degli animali e dei vegetàbili alla nutrizione delle montagne.

Con tale ipòtesi si assumerèbbero come plutònici i lìquidi nutritivi dei vegetàbili e degli animali, cioè si ammetterebbe che in ogni molècola lìquida la quale si consòlida organizzàndosi, per qualche materia aerea che essa assorbe o rende libera, dovesse avvenire un cambiamento di volume sensìbile.

Tale ipòtesi si avrà come possìbile se dall'esame de' fenòmeni alcuno non se ne troverà che sia con essa in contraddizione: si avrà come probàbile se il complesso

de' fenòmeni sarà meglio con essa spiegato che colle altre ipòtesi conosciute; e si riterrà come vera quando si troveranno fenòmeni che ne dimòstrino la necessità, e di cui la spiegazione non sia in altro modo possibile.

Noi, prendendo ad esaminare il valore di questa ipòtesi, siamo giunti a dimostrare, come fra poco si vedrà, che nel caso dei vegetàbili essa è altamente probàbile, e nel caso degli animali si deve ritener come vera.

Artìcolo III.

Il succhio dei vegetàbili è un lìquido plutònico.

Traspirazione — Respirazione — La generalità della traspirazione e della respirazione rende probàbile il plutonismo de' liquidi nutritivi — Insufficienza della capillarità a spiegare il moto de' liquidi nell'interno de' vegetàbili — Insufficienza della forza d'endòsmosi. — L'ipòtesi del plutonismo de' liquidi nutritivi spiega i fatti in un modo più soddisfacente — Probabilità del plutonismo de' liquidi nutritivi ne' vegetàbili.

382. Abbiamo già fatto notare al *n.*° 88, *pag.* 48, che a scoprire l'esistenza de' lìquidi plutònici quando essi travàgliano celatamente al di sotto di sòlidi inviluppi, ci presta un prezioso soccorso l'abbondante quantità di gas e di vapori che dèvono continuamente esalare da tutta la loro superficie. Forse questo fenòmeno, quando ci si presenta con tali caràtteri da non poterlo ritenere l'effetto di sèmplice evaporazione, è sempre necessariamente connesso coll'esistenza di qualche lìquido plutònico; e, se ciò fosse, basterebbe la sola traspirazione ad assicurarci che il liquido, il quale si àgita nell'interno degli animali e delle piante, è di natura plutònica.

Pertanto noi riconosciamo che, se la nostra ipòtesi non può èssere d'un sol tratto comprovata dall'esistenza della traspirazione, la mancanza di questa funzione basterebbe d'un sol tratto a rovesciarla. Mentre se non è certo che la càusa necessaria della traspirazione sia sempre da cercarsi nel plutonismo, egli è indubitàbile che il plutonismo deve sempre èssere associato alla traspirazione come ad un suo effetto necessario.

383. La respirazione testifica a favore del plutonismo dei liquidi orgànici in un modo diverso. Essa potrebbe mancare senza che l'ipòtesi in quistione avesse a patirne alcun danno. E invece, vedendo tutti gli èsseri del regno vegetàbile ed animale appropriarsi incessantemente per mezzo della respirazione notàbili quantità di materie gasose, siamo portati a pensare che queste materie, le quali senza alcun dubbio èntrano in combinazione coi liquidi nutritivi, dèbbano convertirli in liquidi plutònici.

384. La generalità delle nominate funzioni ne lascia crèdere ch'esse siano necessarie all'esercizio d'ogni specie di vita; eppure la necessità di esse, la quale appar tanto evidente nell'ipòtesi del plutonismo dei liquidi nutritivi, è un fatto inesplicàbile con tutte le altre ipòtesi finora proposte. D'altronde non vi è forse fenòmeno fisiològico il quale non ci porga il mezzo di far risaltare la superiorità della nostra ipòtesi, e noi vogliamo fin d'ora mostrare com'essa si presti meglio delle altre alla spiegazione del movimento de' liquidi nell'interno de' vegetàbili.

385. Per attribuire, come alcuni fanno, l'ascensione dei liquidi nutritivi nell'interno delle piante alla forza

di capillarità, bisognerebbe èssere certi che i vasi divèntano tanto più capillari quanto più la pianta è di statura elevata: e ciò non è; mentre se vi è diversità nella luce dei vasi, non è credibile che questa diminuisca coll'ingrandir della pianta. D'altronde il liquido non arrèstasi entro i vasi ad un'altezza determinata, ma slànciasi sempre fino all'estremità superiore, ed ivi preme contro gl'inviluppi che gl' impediscono di uscire; e quando trova libero sfogo esce di fatti, qualche volta perfino in copia grande e con non dèbole forza. Il piàngere della vite può servirci d'esempio; ed Hales dą un tralcio tagliato, di cui introdusse il moncone, a tenuta d'aria, nella bocca d'un tubo doppiamente ripiegato e contenente mercurio, ha potuto vedere uscire il liquido con tanta forza, che in pochi giorni fu capace di sollevare una colonna di mercurio alta 32 pòllici e mezzo (*).

Ora se un sistema di tubi capillari avesse facoltà di succhiar l'acqua per modo che questa potesse scaturire dalla sua sommità allora lasciando ricader l'acqua nel recipiente essa rientrerebbe nel sistema d'onde ricadrebbe ancora nel recipiente e così senza fine. Pertanto che un liquido per mezzo della capillarità sia tratto a percòrrere tutta la lunghezza del vaso e a traboccare da esso è cosa tanto assurda quanto il moto perpetuo che ne verrebbe di conseguenza, dal che si conclude che non si potrà mai spiegare colla sèmplice capillarità il moto ascendente del *succhio* nell'interno dei vegetàbili.

(*) RICHARD. Pag. 93.

Il Magendie a questo propòsito inculca di non pèrdere di vista la proposizione che « uno spazio qualunque, » interamente pieno di liquido, non può esercitare al- » cuna azione capillare (*) ».

386. Il fenòmeno dell'ascensione dei lìquidi fino allo sgorgo, cui non può generare la capillarità per quanto siano piccoli i tubi, venne prodotto dal Dutrochet in vasi di considerèvole diàmetro per mezzo di un semplicissimo apparato, al quale diede il nome di *endosmòmetro*.

È l'endosmòmetro un tubo aperto superiormente, suggellato inferiormente mediante una membrana animale o vegetàbile, od anche qualche materia minerale porosa che possa imbèversi d'acqua, dentro il quale si versa fino ad una certa altezza una soluzione di zùcchero, di gomma o d'altra materia. Preparato così l'istromento, tosto che si fa pescare nell'acqua colla sua estremità inferiore vèdesi la soluzione interna aumentare di volume, e quindi sollevarsi per l'afflusso continuo dell'acqua che vi pènetra attraverso alla membrana o alla materia porosa. Alla forza misteriosa, che pròvoca questa corrente d'acqua a penetrare nell'interno dell'endosmòmetro, diede il Dutrochet il nome di *endòsmosi*. Vèdesi qualche volta la soluzione sollevata in virtù dell'endòsmosi guadagnare l'estremità superiore del tubo e di là traboccare. Nel tempo istesso avviene che un po' della soluzione interna esce a mescolarsi coll'acqua esterna battendo in senso contrario la medèsima via dell'acqua che entra.

(*) Magendie. *Précis, etc.* Pag. 39.

Si credette che la scoperta del Dutrochet ci avesse posto sulla via di poter spiegare completamente i movimenti dei liquidi nutritivi nei vegetàbili e negli animali. L'ipòtesi che faceva dipèndere dall'endòsmosi il movimento ascendente del succhio vegetàbile, venne dapprincipio accolta da quasi tutti i naturalisti con molto favore. Però esaminata più davvicino si riconobbe che portava ben poca luce sui fatti che con essa volèvansi spiegare, ed a quest'ora la sua insufficienza è generalmente riconosciuta. Infatti se anche volèssimo concèdere che la forza d'endòsmosi travagli nell'interno delle piante, e serva a sollevare i liquidi nutritivi, ne resterebbe tuttavia misteriosa la ragione per la quale mantiensi così costante il rapporto fra la forza che spinge il liquido a salire e l'altezza della pianta entro cui sale. D'altronde la natura di questa forza d'endòsmosi non è meglio conosciuta di quello che il sieno le così dette *forze vitali;* epperò prima di farla servire alla spiegazione di tanti fenòmeni diversi avrebbe essa medèsima bisogno di èssere spiegata.

Noi riportiamo in nota il giudizio emesso sull'endòsmosi dall'illustre Magendie (38), e ricordiamo che Richard

(38) *On avait cru d'abord que c'était là une découverte qui devait changer la face de la physiologie et donner l'explication de tout ce qu'il y a d'inconnu et de mysterieux dans notre organisation, mais jusqu'ici on ne voit pas que ces espérances se soient réalisées. En effet c'est plutôt par l'abus de l'application de ces phénomènes à l'étude des fonctions des animaux et des végétaux, que par des considérations réellement utiles, qu'on a fait jouer à cet endosmose un rôle important.*

MAGENDIE. *Ph. ph. de la vie.* Tom. I. Lez. 9, pag. 92

a pag. 99 asserisce: « che la capillarità e l'endòsmosi » pòssono èssere contate tra le càuse che concòrrono » alla produzione del fenòmeno; ma in questo caso, come » nella più parte delle altre funzioni dei vegetàbili e » degli animali, noi dobbiamo ammèttere una forza sco- » nosciuta, potente, attiva, risultato dell'organizzazione » e della vita che presiede a tali funzioni, e che si suol » designare sotto il nome di *forza vitale* ».

587. Discuteremo più tardi se questa forza vitale, che secondo il Richard e quasi tutti i naturalisti dovette necessariamente concòrrere alla produzione di qualunque fenòmeno fisiològico, si debba o no confòndere colle forze plutòniche: ora ci accontenteremo di dimostrare come l'ipòtesi del plutonismo dei liquidi nutritivi valga a pòrgerci una fàcile e soddisfacente spiegazione dell'ascensione del succhio nell'interno dei vegetàbili.

Ammettendo che il succhio sia un liquido plutònico si comprende immediatamente perchè nelle piante sarà obbligato ad ascèndere fino alla cima più alta, entrare in tutti i rami, spàndersi in ogni foglia, penetrare nei fiori e nei frutti, e infine invàderne tutte le parti in proporzione esatta del bisogno di lor nutrizione. È l'atto istesso della nutrizione ciò che spinge il lìquido nelle diverse parti che di esso dèvonsi nutrire. Manda la pianta un nuovo ramo? non crèscono soltanto i vasi entro i quali il liquido si deve gettare, ma cresce in pari tempo la forza che gli dà l'impulsione; cosicchè questa è misurata nella grandezza dallo sviluppo stesso del ramo, ed è diretta precisamente come il ramo dirigesi. Se invece

tròncasi un ramo ad una pianta, si spegne nel tempo medèsimo anche la forza che avrebbe portato il liquido fluente alla ferita a percòrrere tutta la lunghezza del ramo reciso.

Entrato il succhio nelle radici, per la nutrizione che in queste succede, espàndesi e pènetra nel tronco: l'espansione prodotta nella nutrizione del tronco lo spinge entro i rami, ove l'espansione aumentando di pari passo colla nutrizione lo getta nei ramoscelli, nelle foglie, nei fiori e nei frutti. Ivi giunto il liquido nutritivo espandèndosi ancora, perchè la nutrizione anche in essi si òpera, preme dentro tutti i tessuti con una forza incessante ma moderata, e così produce la loro lenta dilatazione, e si prepara il luogo fra gli interstizj allargati alla deposizione di nuove molècole, ed al successivo sviluppo della parte nutrita. Infine l'eccesso della forza va disperdèndosi attraverso agli inviluppi più esterni, alle superfici dei quali ha luogo un'incessante esalazione di gas e di vapori.

Non è questo il luogo di trattenerci a spiegare in tutti i suoi dettagli il fenòmeno della nutrizione vegetàbile: basta averne toccato quel tanto ch'era necessario a far conòscere quanto l'ipòtesi del plutonismo prevalga a tutte le altre nel fornirci spiegazioni sèmplici, chiare e interamente soddisfacenti. Nel breve cenno di fisiologia vegetàbile, che daremo nel capo seguente, si avranno conferme numerose della verità ora enunciata.

388. Dal fin qui detto ci pare che già si possa conclùdere èssere altamente probàbile che il succhio dei vegetàbili sia un liquido plutònico.

Non è a mèttersi in dubbio che la scienza chimica riuscirà tra breve tempo, con un'accurata anàlisi di questo lìquido, a separare da esso quelle arie che gli conferiscono le qualità plutòniche; e ciò ne fornirà la prova più sensìbile e più completa che mai si possa desiderare della verità dell'ipòtesi in quistione.

Questo lavoro che ancora si desidera pei lìquidi vegetàbili fu già eseguito sui lìquidi animali, epperò abbiamo i dati per dimostrare il plutonismo di questi ùltimi in un modo più diretto e più irrecusàbile.

Siccome d'altronde è noto che le funzioni fondamentali della vita animale hanno sì strette relazioni colle funzioni della vita vegetàbile da portare meritamente il nome di funzioni vegetative, così pensiamo che, quando nella vita animale sarà dimostrato che le funzioni vegetative si còmpiono in virtù del plutonismo del lìquido nutritivo, non debba più èssere permesso il dubitare che anche le funzioni vegetàbili non si còmpiano in virtù della medèsima forza.

Riferèndoci dunque, per completare la dimostrazione, a ciò che esporremo nell'artìcolo seguente allo scopo di comprovare il plutonismo dei lìquidi animali, crediamo d'èssere fin d'ora in diritto di asserire che il succhio dei vegetàbili è un lìquido plutònico.

Articolo IV.

Il sangue degli animali è un lìquido plutònico.

Esposizione dei dati dai quali si può desùmere la dimostrazione del plutonismo del sangue negli animali — Càuse che fanno trovare pel sangue un plutonismo più dèbole di quello ch'esso deve realmente possedere — Misura del plutonismo del sangue cavato dai dati sovraesposti — Diverso modo di comportarsi degli inviluppi animali e vegetàbili nel caso che venisse subitaneamente a disciògliersi la combinazione plutònica — Altre ragioni per crèdere che il plutonismo del sangue debba èssere assài più considerèvole di quanto si è potuto direttamente trovare — Il plutonismo del sangue negli animali si può ammèttere come cosa completamente dimostrata.

389. Un diligente esame dei varj fenòmeni che ci presenta la nutrizione degli animali potrebbe condurci alla conclusione che *il sangue deve èssere anch'esso un lìquido plutònico.* Questa proposizione si troverà ampiamente comprovata da quanto si dirà nel capo seguente. Ora voglio abbandonare questa via e approfittare immediatamente degli studj già fatti sulla natura chimica del sangue per desùmerne una dimostrazione diretta del suo plutonismo.

Trassi i materiali per tal dimostrazione da un passo dell'òpera di Muller e da una nota interessantissima del suo traduttor francese, il chiaro Signor Jourdan, che qui presento letteralmente tradotti.

Il Muller dice a pag. 239.

« Il sangue attesta co' suoi cangiamenti di colore
» quanto sia grande la sua sensibilità pei gas, ch'egli
» assorbe. L'aria atmosfèrica e l'ossigeno lo rèndono
» vermiglio e rutilante; l'àcido carbònico lo fa passare
» al rosso càrico, o come si dice al nero. Fàttosi nero

» per l'azione dell'àcido carbònico, ridiventa rutilante
» agitàndolo con gas ossigeno, il quale discaccia l'àcido
» carbònico dalla combinazione.

« Il sangue ed anche il siero assòrbono più che il
» loro volume di gas àcido carbònico. Soltanto una pic-
» cola quantità dell'àcido assorbito si svolge per l'effetto
» del calore, o per la diminuzione della pressione atmo-
» sfèrica; ma si può scacciarlo agitando il sangue con un
» altro gas, per esempio, con aria atmosfèrica, azoto,
» idrògeno, o facèndolo attraversare da una corrente dei
» detti gas. Il sangue assorbe ugualmente l'idrògeno,
» come lo pròvano le esperienze di Enschut.

« Mentre il sangue attraversa i polmoni l'aria at-
» mosfèrica pènetra in esso, e si forma pure in esso del-
» l'àcido carbònico che si svolge nel polmone. Ma l'òr-
» gano polmonare non è l'ùnico teatro di questo doppio
» fenòmeno; dovunque il sangue contiene e i gas di cui
» s'è impadronito nel polmone, e quelli che sono desti-
» nati ad èssere esalati in questo viscere. Tal fatto non
» venne acquistato alla scienza che in tempi recenti, e ciò
» perchè i gas tenuti in dissoluzione dal sangue, si svòl-
» gono difficilmente per l'azione del calore o dell'abbas-
» samento della pressione atmosfèrica, ma come dissi or
» ora, si può espèllerli facilmente ricorrendo ad altri gas ».

« Vogel, Brande e Home fùrono i primi a dimostrare
» la presenza dell'àcido carbònico nel sangue venoso col
» soccorso della màcchina pneumàtica. Hoffman e Stevens
» ottènnero àcido carbònico da questo sangue agitàndolo
» con un altro gas o facèndolo attraversare, per esempio,

» da una corrente gasosa d'idrògeno. La stessa cosa » venne osservata da Enschut e Bischoff. Enschut si con- » vinse inoltre che l'àcido carbònico è contenuto anche » nel sangue arterioso, però in quantità minore che nel » venoso, e che vi ha ben anche dell'azoto nell'uno e » nell'altro. H. Davy arrivò pel primo a cavare dell'ossi- » geno dal sangue arterioso. Le esperienze di Magnus » misero quest'ùltimo fatto in perfetta evidenza; l'appa- » recchio ch'egli impiegò è disposto in modo di permèt- » tere non solo che una quantità considerèvole di gas si » sviluppi dal sangue; ma ben anche di poterlo raccò- » gliere con facilità. Con tal mezzo si potè acquistare la » convinzione che non vi è meno di gas disciolto nel san- » gue arterioso che nel sangue venoso (*V. la Nota*). Si » riconobbe inoltre che il sangue non lascia sfuggire una » quantità apprezzàbile di gas, prima che la pressione » dell'aria sovrastante sia diventata minore di quella d'ùna » linea di mercurio, ciò che spiega i risultati negativi òt- » tenuti altre volte da sì gran nùmero di osservatori.

(Nota del traduttore).

« Risulta dalle cifre di Magnus, riducèndole alle » medie, che il sangue arterioso sarebbe più che il ve- » noso ricco di gas, cioè si avrebbe

per 100 parti di sangue

				in tutto
Arterioso.	6, 4967 d'àc. carb.,	2, 4178 d'oss.,	1, 5131 d'az.	10, 4276.
Venoso.	5, 5041	1, 1703	1, 0081	7, 6825.

» Le differenze a vantaggio del sangue arterioso » sono per conseguenza di

0, 9926	1, 2475	0, 5050	2, 7451.

« Prima delle belle ricerche di Magnus la scienza » non possedeva che risultati contradditorj circa l'esi» stenza dei gas liberi nel sangue; anzi era posta in con» testazione fin anche la presenza di questi gas. Certa» mente che Magnus non ha trovata l' ùltima parola » dell'enigma, e resta ancor molto a fare per dare una » precisione rigorosa ai risultati ch'egli ha ottenuti; ma » questi risultati, quali essi sono, presèntano tal valore » che la fisiologia non poteva dispensarsi dal tirarne delle » conseguenze ».

390. Ora la conseguenza immediata che più spontaneamente discende da questi risultati si è appunto che *il sangue è un liquido plutònico.*

Di 10 parti e mezza d'aria che il sangue arterioso contiene non se ne tròvano più che 7 parti e $\frac{1}{2}$ circa nel sangue venoso. Quindi nel passaggio del sangue dalle arterie nelle vene vanno consumate quasi tre parti di materie gasose, o molto prossimamente $\frac{3}{10}$ dell'aria primitiva.

L'atto orgànico che si compie durante questo tragitto del sangue è la nutrizione, dunque è dimostrato che nell'atto della nutrizione il sangue perde circa tre dècimi dell'aria che conteneva.

Di quest'aria una parte si è consolidata negli òrgani nutriti od è rimasta ad essi aderente, l'altra parte, diventata libera servì al moto del sangue entro i vasi capillari, e poi si disperse esalando dal corpo per mezzo della traspirazione.

Questa diminuzione nella quantità di aria contenuta nel sangue significa ch'èrano plutòniche le molècole del

medėsimo che si consolidàrono organizzàndosi nell'atto della nutrizione, e che invece non èrano plutòniche o lo èrano in grado molto minore le molècole dei detriti orgànici che subentràrono a rimpiazzarle.

391. Perchè l'aria deficiente potesse servir di misura del plutonismo posto in giuoco nell'atto della nutrizione bisognerebbe èssere certi, che tutta quella porzione che diventò lìbera si fosse realmente dispersa, e che qualche poco ancora non ne restasse in sèmplice mescolanza col sangue venoso. Ma tutt'altro ch'èssere certi di ciò, vi è molto fondamento per crèdere il contrario, tanto più che è noto èsservi maggior facilità di trarre aria dal sangue venoso il quale ne è più pòvero, che non dal sangue arterioso quantunque ne sia più abbondantemente provveduto. Inoltre è assài probàbile che finora non siasi potuto estrarre dal sangue la totalità delle arie ch'esso contiene, e che quindi ei sia più fortemente plutònico di quanto sembrerebbe risultare dalle cifre stabilite da Magnus che noi abbiamo di sopra riportate.

392. Però anche ammettendo quei risultati come definitivi, e supponendo, il che deve èssere almeno prossimamente, che la differenza nei pesi specifici del sangue venoso ed arterioso dipenda dalla differenza delle quantità d'aria ch'essi contèngono, e adottando per questi pesi specifici i nùmeri dati dal Magendie a pag. 348 del suo *Compendio di fisiologìa*, cioè 1,049 pel sangue arterioso e 1,051 pel sangue venoso, giungiamo alla conseguenza che la contrazione media delle arie contenute nel sangue in virtù della combinazione plutònica viene

espressa dal nùmero 14,222, cioè da più di 14 (59). La qual cosa significa che se la combinazione plutònica avesse

(59) Dìcasi V un dato volume di sangue, per esempio, 100 parti. Si chiàmino P, P' i pesi specìfici del sangue arterioso e venoso. Sìano v', v'', v''' i volumi rispettivi delle tre arie, àcido carbònico, ossìgeno e azoto, trovate nel sangue arterioso.

Si faccia $v' + v'' + v''' = v$.

Sìano q', q'', q''' i volumi rispettivi delle stesse arie trovate nel sangue venoso.

Si faccia $q' + q'' + q''' = q$.

Sìano p', p'' e p''' i loro pesi specìfici rispetto all'acqua.

Si assuma per semplicità

$$v' p' + v'' p'' + v''' p''' = h, \quad q' p' + q'' p'' + q''' p''' = k.$$

E detto finalmente x l'ìndice della media contrazione subita dalle arie nella loro combinazione plutònica, ed y il peso specìfico del sangue privato da ogni aria, ovvero della sua parte veramente lìquida; uguagliando tanto pel sangue arterioso, quanto pel sangue venoso il peso di una data quantità di sangue a quello della sua parte veramente lìquida, più quello della parte aerea in esso contenuta, si avranno le due equazioni seguenti:

$$V P = \left(V - \frac{v}{x}\right) y + h$$

$$V P' = \left(V - \frac{q}{x}\right) y + k$$

dalle quali, eliminata la y si ricava

$$x = \frac{V (P' v - P q) + q h - v k}{V [(P' - P) V + h - k]}$$

Per sostituire alle lèttere i loro valori numèrici, quali ci vèngono forniti dalle esperienze, assumeremo

$$P = 1{,}049, \quad P' = 1{,}051.$$

$$v' = 6,\ 50, \quad v'' = 2,\ 12, \quad v''' = 1,\ 51$$

$$q' = 5,\ 50, \quad q'' = 1,\ 17, \quad q''' = 1,\ 01$$

$$p' = \frac{1,\ 53}{781}, \quad p'' = \frac{1,\ 11}{781}, \quad p''' = \frac{0,\ 97}{781}$$

tutto ad un tratto a disciògliersi, l'aria diventata libera si espanderebbe in un volume 14 volte maggiore di quello che occupava quando faceva parte del sangue.

(valori desunti quanto ai numeratori dall'opera di Pelouze e Fremy e quanto al denominatore dall'opera di Thénard, *T. I, pag.* 254).

Si farà $V = 100$, e si avranno i pesi assoluti della totalità delle arie contenute nel sangue arterioso e venoso espressi da

$$h = \frac{14,0989}{781} = 0,0180, \quad k = \frac{10,6954}{781} = 0,0137$$

epperò eseguite tutte le sostituzioni e le riduzioni si ha

$$x = \frac{29035,6349}{2043} = 14,2220.$$

Trovato x si ha immediatamente il peso specifico del sangue spogliato da ogni aria, cioè

$$y = \frac{1048820}{992668} = 1,05656.$$

I volumi occupati dalla totalità delle arie che si tròvano nel sangue arterioso e venoso vèngono rappresentati dai nùmeri

$$\frac{v}{x} = \frac{10,4276}{14,2220} = 0,7332$$

$$\frac{q}{x} = \frac{7,6823}{14,2220} = 0,5401.$$

Il màssimo aumento di volume corrispondente alla completa dissoluzione della combinazione plutònica sarebbe per ogni parte di sangue rappresentato da

$$\frac{v+q}{200} - \frac{v+q}{200.\,x} = 0,0841834 = \frac{1}{12 + \frac{17992}{831834}} = \frac{1}{12} \text{ circa.}$$

La màssima diminuzione di volnme corrispondente al completo dissiparsi delle arie per ogni parte di sangue viene espressa da

$$\frac{v+q}{200.\,x} = 0,0063669,$$

ciò che è qualche cosa meno di $\frac{2}{3}$ di un centèsimo.

393. Dunque se il sangue riempisse esattamente i vasi che lo contèngono, e questi invece di èssere arrendèvoli fòssero rigidi; supposto che tutt'a un tratto la combinazione plutònica si disciogliesse, e l'aria si emancipasse da ogni legame verso la parte liquida del sangue, si desterebbe nell'interno de' vasi una forza di espansione pari a 14 atmosfere; forza enorme che sfascierebbe, scomporrebbe, ridurrebbe in pezzi tutta la màcchina animale.

Fortunatamente, se anche esistesse la supposta possibilità dell'istantanea dissoluzione della combinazione plutònica del sangue, le màcchine animali sarèbbero preservate dai sovraesposti accidenti per la grande arrendevolezza delle pareti dei loro vasi. Secondo il còmputo fatto in nota, basta che la loro capacità sia suscettibile di aumentare d'un dodicèsimo, perchè il plutonio possa in essi capire anche dopo la sua completa scomposizione.

I vegetàbili si tròvano in un caso differente: i loro vasi sono assài poco arrendèvoli, e in certe èpoche dell'anno apparìscono ridondanti di succhio.

Pare che la combinazione plutònica del succhio non resista all'azione delle poderose scàriche fulminee, e sarebbe perciò che spesso le piante colpite dal fùlmine si vèdono sfasciate in bende o in filamenti sottili. A produrre un tale effetto è naturale che si aggiunge anche la forza espansiva propria dell'elèttrico e il molto vapore acqueo, che forse si forma; ma non è da porsi in dubbio, che al plutonismo del liquido compete la parte principale.

Consèrvasi nel musèo cìvico di Milano una pianta abbattuta in occasione della metèora devastatrice che colpì

la città e il contado di Monza nell'anno 1846 (13 Maggio), la qual pianta si può osservare cambiata, per tutto lo spessore del suo tronco e de' suoi rami, in un fascio di nastri legnosi appena l'uno all'altro attaccati per mezzo di qualche sottil filamento.

394. Numerosi fenòmeni ci attèstano che nelle màcchine animali si esèrcitàno azioni plutòniche assài più intense di quelle che potrèbbero derivare dal plutonismo del sangue ora posto in chiaro e misurato. In virtù di questo plutonismo non sarebbe permesso al sangue di espàndersi al di là di un dodicèsimo del volume ordinario, nè di subire una contrazione superiore ad $\frac{1}{150}$ del medèsimo volume. Ora il turgor vitale o la pienezza delle forme in stato di perfetta salute, confrontati all'avvizzimento delle parti dopo la morte od al collapso in istato di malattia, accènnano a movimenti plutònici che di gran lunga eccèdono i limiti dianzi determinati.

Faremo notare a questo propòsito che finora non si è parlato che del plutonismo del sangue contenuto nei grandi vasi arteriosi o venosi. Il sangue entrato ne' vasi capillari a contatto dei diversi tessuti ch'ei serve a nutrire subisce molti cambiamenti chimici, e deve èssere notabilmente alterato nel suo plutonismo; il plutonismo del sangue in questi tessuti è fors'anco rialzato da considerèvoli quantità di materie aeree che svòltesi in origine dal sangue si accumulàrono entro gli stessi e ad essi aderìscono; e probabilmente lo stato plutònico del sangue è ben diverso da un òrgano all'altro, e varia in ciascun òrgano col variare delle circostanze. È anche a crèdersi

che le azioni di chìmica orgànica le quali hanno luogo nell'atto della nutrizione pòssano dare origine ad arie che prima nel sangue non esistèvano, o trarne fuori maggior copia delle esistenti di quella che sia stato possibile il ricavarne coi mezzi finora tentati.

Perfezionando questi mezzi è da aspettarsi di trovare il sangue assài più ricco di materie aeree di quanto al presente si crede. La straordinaria mobilità delle sue molècole, e quella particolar turgidezza ch'esso dimostra finchè circola entro i suoi vasi, parendo proprietà caratteristiche di tutti i liquidi fortemente plutònici, non si saprèbbero in altro modo spiegare fuorchè ammettendo che il sangue debba contenere una copia assài considerèvole di sostanze gasose in combinazione plutònica.

Troviamo inoltre nei *fondamenti di patologia analìtica* del nostro chiaro Bufalini, a *pag.* 223 del *volume secondo; Capo XXIV;* che « le istèriche ci danno argo- » mento evidente di questa attitùdine del sangue alla » rarefazione, perchè sa bene ognuno, come ne' loro » accessi convulsi si gònfino repentinamente le vene, e » il ventre tutto gonfio e disteso risuoni di molt'aria ivi » tutt'a un tratto concorsa ». E nella *fisiologìa comparata* del Dugès, lèggesi nella *Nota* (2) alla *p.* 506, *T. II.* che « il sangue raffreddato in un'arteria fra due lega- » ture diminuisce di due terzi ». La diminuzione pertanto sarebbe 100 volte màggiore del lìmite da noi di sopra determinato. Questa enorme differenza tra il plutonismo effettivo del sangue e quello che fu calcolato dipende manifestamente da ciò che i dati fornitici da una

anàlisi del sangue affatto incompleta dovèvano èssere inesatti, e più ancora dall'aver noi dietro tali dati presa a misurare non già la totalità del plutonismo del sangue ma soltanto quella sua frazione che viene messa in giuoco durante il suo passaggio dalle arterie nelle vene; dal che si può conclùdere che il plutonismo del sangue deve èssere assài più grande di quello che abbiam potuto in esso direttamente dimostrare.

395. D'altronde per ora non tràttasi già di conòscere la giusta misura del plutonismo del sangue ma soltanto di decidere la quistione se il sangue appartenga o no alla famiglia dei liquidi plutònici. E sulla soluzione affermativa di questa quistione, crediamo che oramài non possa più restare il minimo dubbio.

Articolo V.

Esistenza della vita minerale.

La càusa delle analogie osservate fra le montagne e i vegetàbili e gli animali è riposta nel plutonismo de' loro liquidi nutritivi — I minerali che si fòrmano per la consolidazione di liquidi plutònici dèvono èssere considerati come *corpi viventi.*

396. Appartenendo ugualmente alla famiglia dei plutonj tanto i liquidi da cui tràssero origine le montagne, quanto quelli che sèrvono allo sviluppo dei vegetàbili e degli animali, è messa allo scoperto la cagione per cui ne' fenòmeni presentàtici da èsseri in apparenza affatto diversi, dovèssero incontrarsi così numerose e notàbili analogie. Niente infatti di più naturale che a càuse simili si tròvino corrispòndere simili effetti.

Gli animali e i vegetàbili, che per le loro grandi differenze vènnero meritamente collocati in due regni diversi, avuto riguardo alle loro grandi analogie si designàrono sotto la denominazione comune di èsseri viventi. E in ciò bene avvisàrono i naturalisti perchè gli animali e i vegetàbili sono come due rami d'una medèsima pianta i quali, separati in alto, vanno tanto più ravvicinàndosi quanto più discèndono verso la loro origine, e finalmente si congiùngono confondèndosi in un tronco comune. Ma dal medèsimo tronco appartenente all'àlbero della vita era già uscito un ramo rigoglioso ancor prima che gli altri due cominciàssero a pullulare. Questo antico ramo, sebbene portasse nel suo seno le gemme degli altri, alquanto sfrondato per la sua vetustà passò finora inavvertito. Ora questo articolo è destinato a far conòscere l'esistenza del detto ramo, reclamare il posto che gli compete, e far valere i diritti della sua origine. È il plutonismo dei lìquidi nutritivi ciò che lega strettamente i vegetàbili agli animali, e noi abbiam provato ch'egli è del pari il plutonismo dei liquidi nutritivi ciò che tanto ravvicina ai vegetàbili e agli animali le masse plutòniche ed i ghiacciài.

397. Da tutte le precedenti considerazioni discende spontaneamente una conseguenza che ci parve lungo tempo azzardata, che lungo tempo esitammo ad adottare e che avremmo ancora al presente qualche renitenza a divulgare se, a forza di meditarla sotto tutti gli aspetti, non fòssimo entrati nella più profonda convinzione della sua perfetta verità, e dell'erroneità dell'opinione contraria.

La conseguenza si è, che i minerali i quali si fòrmano per la consolidazione d'un liquido plutònico hanno diritto quanto i vegetàbili e gli animali d'èssere collocati nel nòvero dei corpi viventi.

398. Certo che la vita minerale è diversa dalla vita vegetàbile, come la vita vegetàbile è diversa dalla vita animale; ma gli èsseri delle tre categorie, procedendo da un solo principio, in tutto ciò che costituisce fondamentalmente la vita concòrdano perfettamente.

La formazione delle montagne e dei ghiacciài si compie in un modo più sèmplice che non quella dei vegetàbili e degli animali; epperò le somiglianze tanto maggiormente risàltano quanto più discendiamo nel regno dei vegetàbili o degli animali verso gli èsseri degli òrdini inferiori. Certi licheni, per esempio, crèscono in un modo tanto simile a quello delle montagne (40) che dal paragone siamo tratti a conclùdere, o che *i licheni sono vegetàbili inorgànici, o che le montagne sono minerali organizzati;* e poichè la quistione d'organizzazione pei vegetàbili e gli animali non si può scindere in due, e, o tutti sono organizzati o nessuno lo è, e d'altronde sull'organizzazione dei vegetàbili e degli animali non esistono dispareri, e tutti convèngono nell'accordarla, così la lògica

(40) *D'aprèe Regnier le* Lichen radiciformis, *qu'on ne rencontre que dans l'interieur des mines, nait de la manière suivante: une goutte d'eau mucilagineuse apparait sur une vieille pièce de bois servant d'étai; cette eau se trouble de plus en plus et le dépôt qu'elle produit forme un corps solide, qui devient peu à peu plus étendu, plus opaque et plus blanc, métamorphose, pendant laquelle l'eau disparait par dégrés.*

BURDACH. T. II, § 269, pag. 125.

impone che noi cessiamo dal rifiutare ingiustamente ogni partecipazione di tali preziose prerogative agli èsseri del regno minerale.

399. Ed ora che la vita ha potuto discèndere nel campo de' minerali e piantarvi il suo stendardo, forse altre conquiste l' attèndono, ed è difficile il prevedere dove troverà una barriera che l'arresti nel suo cammino. Già varie volte fu esternata l' opinione che materia e vita non potèssero mai dissociarsi, e che l' incessante attività della materia non fosse che l' effetto d' un vasto travaglio d'organizzazione (41). Ma non volendo noi dilungarci in una quistione di pura metafisica, ci asterremo dal discùtere la possibilità astratta che tutta la materia sia provveduta di vita, e invece partendo dal fatto fondamentale e positivo, or messo in chiaro, che le montagne si sono formate per un processo d'organizzazione sìmile a quelli che presièdono alla formazione dei vegetàbili e degli animali, ci tratterremo ad esaminare i fenòmeni della vita per riconòscere quanta luce vi apporti il nuovo principio, e qual profitto se ne possa ricavare per la loro spiegazione.

(41) *Les végétaux et les animaux sont soumis à l'action d'une force qu'on a désigné sous le nom de* force vitale, *et dont la nature est tout à fait inconnue; toutefois les différences entre les forces qui determinent les phénomènes organiques et celles qui font naître les phénomènes inorganiques, tendent à disparaître de plus en plus; mais il serait prématuré de dire, qu'il n'y a qu'une force, quoique ce soit probable, comme nous avons dit plus haut, qu'il n'y avait qu'un élément, qu'une matièrr.*

BOUTIGNY. (Note), Pag. 192.

PARTE I. SEZIONE II.

CAPO SECONDO

CENNI DI FISIOLOGÌA PLUTÒNICA.

Articolo I.

Che cosa è la vita.

Come si arriva qualche volta a risòlvere per accidente i problemi di cui le condizioni dèvono èssere corrette per qualche inavvertita contraddizione ch'esse contèngono — Vicende toccate al problema della vita — Ricerche infruttuose sulla natura delle forze vitali — Ricerche infruttuose di qualche fenòmeno essenziale ed esclusivo ai corpi vivi — Definizioni varie della vita — Inesatta limitazione dei fenòmeni della vita — La proprietà fondamentale d'ogni specie di vita si deve ricercare negli èsseri minerali — Qual'è la proprietà fondamentale d'ogni specie di vita? — Quand'è che un corpo si potrà dire vivente? — Distinzione fra vita e vitalità — Fenòmeni di vita incompleta — Movimenti artificialmente indotti in parti staccate dei corpi vivi — Esame delle idèe esternate dal Bufalini sulla natura delle forze vitali — Il sangue è un liquido semovente — Eccitabilità della molècola orgànica — Sconvenienza d'introdurre nelle scienze parole mal definite — Non è necessario conòscere la natura della forza catalìtica per poter conòscere e definire la vita — Come procèdono i meccànici nello studio delle màcchine ordinarie — Le màcchine avuto riguardo ai modi coi quali in esse può destarsi il movimento iniziale dèvono èssere divise in due categorie — A qual categoria di màcchine appartèngano i corpi vivi — L'eccitabilità non può fornirci alcun ùtile criterio per distinguere i fenòmeni vitali dai fenòmeni della materia comune — False conseguenze a cui necessariamente dovette condurre il principio dell'eccitabilità.

400. Quando una quistione venne lungo tempo agitata fra gli uòmini, e resistette agli assalti delle più forti intelligenze, possiamo con certezza presagire, o ch'essa verrà dimostrata per sua natura insolùbile, o che la sua

soluzione verrà per accidente trovata da chi occupàvasi a ricercar tutt'altre cose. Infatti occorre un uomo che abbia una straordinaria confidenza nelle proprie forze per gettarsi spontaneamente con isperanza di successo sopra una via nella quale tutti quelli che lo precedèttero trovàrono insuperàbili barriere. E d'altronde bisognerebbe per verità che i mezzi della sua mente fòssero smisurati onde a lui potesse riuscire ciò che a tutti gli altri falli. La soluzione di simili quistioni si trova qualche volta per sorpresa, non mai di propòsito deliberato. La ragione si è che le condizioni istesse del problema non sono poste colla voluta chiarezza e precisione: di sòlito si attribuisce un'importanza esagerata ad alcune condizioni intruse alle quali colla vera soluzione non si può soddisfare; e ciò serve a deviar continuamente le nostre idèe dal retto cammino, e a rènderci impossibile la riuscita quando ci proponiamo d'attaccare il problema direttamente e a viso scoperto. In questo caso a poterlo risòlvere bisognerebbe saperne corrèggere le condizioni; ma a corrèggere debitamente le condizioni d'un problema, quando esse non fècero che maggiormente intralciarsi pei lunghi studj infruttuosi che sullo stesso vènnero intrapresi, sarebbe indispensàbile il cònòscerne la soluzione. Però fra le due difficoltà in cui ci troviamo, quella di corrèggere le condizioni del problema senza averlo sciolto, ovvero quella di sciòglierlo senza averne corrette le condizioni, quest'ùltima qualche volta per combinazioni accidentali può tutt'a un tratto superarsi quando meno il pensiamo, non così la prima.

401. Una breve discussione sulle vicende toccate al problema della vita rischiarerà meglio le idèe, e confermerà la esposta opinione.

402. Alcuni tentàrono di scoprire e rèndere palese a quali forze o a quali cagioni si dovesse attribuire che certe molècole di materia, combinate insieme in modi determinati, costituissero un tutto suscettibile di date azioni particolàri, in virtù delle quali dovesse ad esso compêtere il nome di corpo vivente. Tutte le forze della natura fùrono sottoposte ad esame, e la càusa de' fenòmeni vitali ora venne proclamata nell'una, ora nell'altra, ora nel complesso di molte delle medèsime. Ogni volta che il progresso delle scienze naturali segnalava l'esistenza di forze non prima avvèrtite, questi fisiòlogi ritornàvano instancàbili all'assalto, ravvivati da nuova speranza di poter pure riuscir nell'intento. Però dal complesso di tanti lavori infruttuosi la maggior parte credette di non poter trarre che una sola legìttima conseguenza, cioè che la càusa dei fenòmeni vitali non risiede in alcuna delle forze naturali conosciute, ma bensì in una forza particolare, sèmplice, primitiva, propria dei soli corpi viventi e affatto diversa da tutte le forze naturali che govèrnano i fenòmeni della comune materia.

E a giudicare quanta radice abbia potuto mèttere tale opinione vàlgano le seguenti parole d'un nostro coltìssimo ingegno di cui l'Italia deplora la pèrdita recente: « promettiamo fin d'ora di mostrare che tutti i fenòmeni » relativi al corpo vivente, i quali stanno sotto alle » leggi della chimica, della fisica e della meccànica, e si

» spiègano con quelle, non appartèngono al corpo vi-
» vente, nè alle parti vive dello stesso; ma appartèngono
» ai corpi esterni, che si mèttono in relazione col corpo
» animale prima di entrare a far parte integrante del-
» l'animale medèsimo, ma che non sono dotati di vita,
» mentre tutti quei fenòmeni che si sottràggono alle leggi
» fisico-chimiche e meccàniche, e a quelle direttamente
» contràstano, sono fenòmeni proprii della vita, in ciò
» appunto consistendo la gran linea di separazione fra i
» corpi orgànici e gli inorgànici, che i primi finchè dura
» la vita, modificano, contràriano e sospèndono gl'influssi
» chimico-meccànici della comune materia (*) ».

Dobbiamo però dire ad onore del nostro sècolo che la teoria dei vitalisti, i quali ammèttono che le forze vitali dèbbano èssere in perpetua collisione colle altre forze naturali (42), trovò molti e forti oppositori; ed uno fortissimo l'Italia nostra si vanta di possedere nell'illustre Bufalini il quale difese altamente l'opinione « che » la forza vitale di necessità è da riguardarsi come com- » posta (**) », e in altro luogo dichiarò ch'essa è una forza secondaria. Colla perspicacia del suo ingegno egli potè ben anche intravvederne l'indole, o almeno descriverla con tanta verità che meglio non avrebbe potuto

(*) Giacomini. *Il Vitalismo*, ecc. Pag. 84.

(42) *On a établi ou plutôt* imaginé des propriétés vitales *et on n'a rien moins qu'affirmé qu'au moyen de ces propriétés, les corps vivants étaient* en lutte perpetuelle avec les lois générales de la nature, *absurdité des plus fortes qu'ait jamais enfantées l'esprit humain.*

Magendie. *Précis El. de Physiol.* Pag. 172.

(**) Bufalini. *Discorso Prel.* Pag. XXII.

dire, se la stessa gli fosse stata interamente palese. « Gli » oggetti dell'economia orgànica sono molto più recònditi » di quelli della chìmica, essendo che per essi dalle forze » comuni a' corpi non vivi compose natura un'altra forza » ancora tutta propria di loro e singolarissima (*) ». E in altro luogo — « La màcchina nostra comprende al certo » così una maniera particolare di chimica, come una » particolare meccànica, le cui azioni ed influenze mira- » bilmente s'altèrnano con interminàbile successione (**) ».

403. Dopo tanti infruttuosi tentativi diretti a scoprire la natura della forza vitale, molti fisiòlogi perdèttero la speranza di mai più riuscirvi, e si accontentàrono di dirigere i loro studj a colpire qualcuno de' fenòmeni caratteristici della vita, affinchè, se la medèsima non potèa definirsi, si potesse almeno chiaramente distinguere da tutto ciò che non è vita.

Questa ricerca sembrava di gran lunga più fàcile ed anche allettava gli spiriti positivi per la sua più immediata applicabilità al progresso delle scienze naturali.

Meno aspettata riuscì più amara la delusione. Se dal raggiùngere il primo intento vènnero i fisiòlogi allontanati dalla falsa supposizione d'onde quasi tutti partirono, che la forza vitale dovesse èssere una forza primitiva, sèmplice e qualche cosa di affatto diverso delle altre forze naturali, fùrono essi impediti dal raggiùngere il secondo scopo per non avere con bastante accuratezza

(*) Bufalini. *Pref.* Pag. xi.

(**) Bufalini. *Discorso Prel.* Pag. xxxvii.

circoscritto il vero campo in cui si àgita la vita. Inoltre fùrono molti che percòrsero la strada a rovescio, e invece di ricercare ne' corpi organizzati più sèmplici i caràtteri comuni a tutti gli èsseri viventi, o quei fenòmeni che sono il fondamento d'ogni specie di vita, vòllero invece desùmerli dallo studio de' corpi più complicati, e fissàrono specialmente in questi la loro attenzione sui fenòmeni dell'òrdine più elevato, i quali poi essi volèvano forzatamente generalizzare proclamando che in un modo occulto dovèvano parteciparne anche gli èsseri meno complicati i quali non ne dàvano alcun segno. Egli è perciò che in questo argomento gli errori si accumulàrono, e diventàrono tanto più grandi quanto più si fece dispendio di sottigliezze per approfondir la quistione.

404. Dall'antichissima opinione di Mosè che la vita risieda nel sangue [43] a quella tanto celebrata di Brown che pone la vita nell'*eccitabilità della molècola orgànica*, non possiamo vantarci d'aver camminato verso lo scoprimento del vero.

Goodwing definiva la vita *la facoltà di spìngere i flùidi in circolo* (*).

Legallois la faceva consistere *nel contatto del sangue arterioso coi diversi òrgani* (**).

(43) Nec solum cave, ne sanguinem comedas, sanguis enim eorum pro anima est: et idcirco non debes animam comedere cum carnibus.
Mosè. *Deuteronomio*. Cap. XII, vers. 23.

(*) Tommasini. T. I, Lez. 5, pag. 243.

(**) Magendie. *Ph. ph. de la vie*. T. III, Lez. 7.

Molti segnalàrono l'intussuscezione come il fenòmeno fondamentale dei corpi viventi.

Bufalini, che nel Capo XIX dei suoi *fondamenti di patologia analìtica* ha trattato questo argomento con fina crìtica, dimostrata a *pag. 17, Tom. II* la vanità del caràttere tratto dall'intussuscezione, conclude a *pag. 29*, che « gli atti d'incessante rimutazione materiale fòrmano » realmente il fenòmeno essenziale, primitivo, universale » della vita ». Egli aveva ben anche fatto osservare a *pag. 16*, che i corpi viventi dèvono « possedere parti » sòlide e flùide essenzialmente integranti ».

Emanuele Kant diceva che la vita è *un principio interno d'azione, di cambiamento di moto* (*).

Humboldt asseriva che « *il sèmplice contatto delle* » *sostanze eterogenee è l'orìgine del movimento e della* » *vita in tutti gli èsseri organizzati* (**) ».

Il Duvernoy, degno successore di Cuvier alla càttedra del collegio di Francia, dice che la « nutrizione a » due gradi » (cioè formazione di parti sòlide a spese del liquido nutritivo, e formazione del lìquido nutritivo a spese di sostanze estranee alla materia dell'èssere organizzato) « caratterizza così essenzialmente ogni corpo » organizzato come la composizione generale del suo » organismo, il quale consta sempre di due parti, il » flùido nutritivo e le *capacità* a pareti più o meno sò» lide entro cui questo flùido si muove (***) ».

(*) Tommasini. *Appendice degli Editori.* Pag. 299.

(**) Tommasini. *Appendice degli Editori.* Pag. 302.

(***) Duvernoy. *Leçons sur l' histoire naturelle, ecc.* 2.me fascicule, Pag. 5.

In mezzo agli innumerèvoli punti di vista sotto dei quali i naturalisti prèsero a considerare la proposta quistione, ci piacque di far menzione soltanto di quelle opinioni che, se non ce ne pòrgono la soluzione completa, ci forniscono per altro qualche giusta nozione della vita, e contèngono cose vere ed ùtili a sapersi.

405. Alcuni pregiudizj accettati universalmente impedivano d'avvicinarsi maggiormente alla verità, e di raggiùngere per intero lo scopo; e l'incsatta limitazione dei fenòmeni della vita prestava le armi per combàttere chiunque avesse tentato di emanciparsi dai pregiudizj accennati.

Così a chi insisteva a riporre nella circolazione degli umori nutritivi il fenòmeno caratteristico e fondamentale della vita si opponeva che i semi degli insetti e delle piante sono cose vive, sebbene in essi non vi sia traccia di circolazione d'umori; ed aggiùngevasi a compimento di confutazione « che le rane vìvono lungo tempo senza » cuore e senza sangue (*) ».

Nessuno de' fenòmeni superiormente citati, e sui quali si arrestò principalmente l'attenzione dei naturalisti venne accettato come un assoluto distintivo de' corpi viventi. O il fenòmeno mancava in corpi che si credèvano vivi, od esso appariva in corpi che si credèvano privi di vita.

E come mai ciò non sarebbe accaduto finchè i confini della vita èrano così incerti e così mal disegnati?

(*) Tommasini. Vol. I, Lez. 6, pag. 572.

Se noi domanderemo ad un chimico che ci trovi qualche caràttere esclusivo dell'acqua distillata purissima, gli proporremo una quistione suscettibile di una completa e fàcile risoluzione; ma se gli domanderemo qualche caràttere esclusivo di quell'acqua distillata che gli presentiamo, qualche caràttere che possa valère a differenziarla da ogni altra acqua distillata, gli proporremo un problema di difficilissima soluzione per non dire impossibile.

Nel modo istesso quanto riesce fàcile il determinare i caràtteri distintivi proprii di tutti gli èsseri viventi, altrettanto riesce difficile, tirando fra gli stessi una linea di separazione arbitraria, l'assegnare qualche caràttere che sia comune a tutti quelli che tròvansi da una parte e manchi in tutti gli altri che restàrono dalla parte opposta.

Ora avendo fino al presente rilegata arbitrariamente la vita fra gli èsseri del regno animale e vegetàbile, mentre essa appartiene del pari a molti èsseri del regno minerale, noi col ricercare qualche caràttere proprio soltanto de' primi e non degli ùltimi ci eravamo proposto un problema di un'enorme difficoltà. Invece esteso il campo della vita fino a' suoi giusti confini, spariscono immediatamente tutte le difficoltà del problema, e la soluzione si presenta da sè.

406. È certo che a ritrovare la proprietà fondamentale della vita bisognava farne ricerca dove la vita è più sèmplice e non dove è più complicata. L'animale anche il più sèmplice, appunto perchè è un animale, è già un èssere assài complicato; anzi nei vegetàbili istessi non è

fàcile l'incontrar qualche fenòmeno tanto sèmplice che sia suscettibile di un'immediata spiegazione. È soltanto ne' minerali ove si può cògliere la vita alla sua prima sorgente; in essi, non già ne' vegetàbili o negli animali, tutti i fenòmeni vitali si còmpiono pressochè allo scoperto, e presèntansi ridotti alla loro più sèmplice espressione: in essi la vita comincia appena ad apparire, e tròvasi sceverata da tutte quelle sovrapposizioni che la riàlzano dapprima al grado di vita vegetàbile e poi a quello di vita animale.

407. Studiando gli elementi della vita nel regno minerale, abbiamo potuto riconòscere che il fenòmeno primitivo, fondamentale, caratterìstico d'ogni specie di vita consiste *nella continua formazione di materia sòlida a spese di un liquido semovente in essa contenuto;* e che tutti i fenòmeni, che negli èsseri viventi si attribuivano finora in un modo vago all'azione occulta delle così dette forze vitali, ripètono la loro origine dal plutonismo dei liquidi nutritivi.

408. Ogni qualvolta noi vedremo un liquido muòversi per una forza che in lui stesso risiede, e nel tempo istesso trasformarsi nella materia de' vasi entro cui si muove, noi diremo che il corpo è vivente, e quando in un corpo qualunque questo fenòmeno non si verifichi, noi negheremo in esso la presenza della vita.

A questo modo abbiamo potuto in un solo tratto risòlvere completamente le due quistioni relative alla vita che fùrono il soggetto di tante meditazioni di tutti i cultori delle scienze naturali; cioè afferrare il fenòmeno

fondamentale caratteristico della vita, e porre allo scoperto la natura di quella forza misteriosa dalla quale tràggono la loro origine tutti i fenòmeni vitali.

409. La vita risiede dappertutto ove un liquido plutònico è in azione: dove la materia è preparata per modo che sotto l'influenza di circostanze fàcili ad incontrarsi si può ridestare l'attività d'un liquido plutònico, epperò prodursi veri fenòmeni vitali, noi non potremo dire che esiste la vita, ma riconosceremo che vi esiste la capacità alla vita, proprietà che, con un tèrmine già ricevuto nella scienza, potremo denominare *vitalità*. In conseguenza di ciò la semente degli insetti, le uova fecondate dei pesci o degli uccelli, i semi o i grani dei vegetàbili, un rotifero essicato, un liquido plutònico qualsivoglia potranno èssere detti *corpi vitali*, non già *corpi vivi*. In essi finchè il liquido nutritivo non si mette in movimento la vita non esiste nè manifesta, nè latente; vi esisterà, se così vuolsi, in potenza ma non in azione.

410. Dietro simile definizione della vitalità, vèdesi la sconvenienza di attribuirle la càusa di certi movimenti disordinati che si manifèstano in alcune parti degli animali recise dal corpo, come, per esempio, nella coda delle lucèrtole; nè con tal nome è in modo appropriato designata la càusa di altri movimenti che persìstono negli animali, e si effettùano ancora con qualche regolarità dopo che in essi le funzioni vitali più importanti hanno cessato di còmpiersi.

I casi ora accennati concòrrono entrambi a darci una prova che la vita parziale può per qualche tempo

perseverare, quand'anche i suoi fenòmeni non pòssano più èssere coordinati con quelli della vita generale. Però in quelle parti noi non ravvisiamo alcuna attitùdine ad una repristinazione della vita, ma soltanto la persistenza di un residuo di quella vita che già possedèvano. Pertanto, ad evitare ogni ambiguità e confusione, non potremo ritenere questi movimenti come il prodotto della vitalità, ma soltanto come fenòmeni d'una vita incompleta.

411. Nei corpi che fùrono il prodotto della vita, anche dopo l'estinzione di questa, finchè l'organizzazione sussiste si pòssono artificialmente ridestare movimenti e fenòmeni che dimòstrano la più grande analogia con quelli ch'essi spontaneamente un tempo presentàvano sotto l'influenza della forza vitale. Da ciò per altro non consèguita necessariamente che in essi ogni vitalità non sia consumata o vi persista tuttora qualche resto di vita.

La contrattilità della muscolatura è una delle proprietà più insigni della materia animale vivente; nè questa suscettibilità della muscolatura a contrarsi cessa immediatamente col sopravvenir della morte. Suscitando tali contrazioni con mezzi artificiali ci si presenta un fenòmeno, alla produzione del quale troviamo assài difficile il poter giustamente valutare qual parte possa compètere ad un resto delle forze vitali.

Se in una mano, per esempio, recentemente staccata da un cadàvere, per l'azione meccànica di una forza esterna si fanno piegare le dita, quantunque la piegatura avvenga nel luogo e nel modo istesso di quando la mano era viva, pure non esitiamo un istante a riconòscere

che qui le forze vitali non prèsero alcuna parte, e che soltanto alla particolare organizzazione della mano dobbiamo, se le dita si piegàrono nel modo consueto e non in qualche modo diverso dall'ordinario. Ma quando per mezzo di una corrente elèttrica si produce il movimento delle dita, perchè i mùscoli dell'avambraccio, si fècero realmente contrarre, come avveniva durante la vita, allora propendiamo a pensare che l'elettricità abbia potuto ridestare l'azione di un residuo di forza vitale che ancora annidàvasi nei mùscoli, sebbene non desse alcun segno della sua presenza. Che se vediamo il cuore palpitare ancora per qualche tempo dopo estratto dal petto, o la testa della vipera mòrdere dopo staccata dal corpo, o le branche dei gàmberi separate dall'animale stringere ugualmente i corpi che pòssono afferrare, dichiariamo senza esitazione che tutti i fenòmeni nominati sono veri atti vitali, sono la continuazione di quella porzione di vita che risiedeva nella parte considerata, e che ancora continua ad agire. Per contrario al vedere sotto l'azione degli imponderàbili, debitamente esercitata, contrarsi la muscolatura, già irrigidita e più dura che legno, di un braccio preparato e conservato da lunghi anni, e rinnovellarsi per conseguenza nelle dita i disusati movimenti, noi incliniamo a crèdere il fenòmeno un sèmplice effetto dell'organizzazione come nel primo dei casi ora riportati (44). Però la somiglianza fra questo caso e il caso

(44) Tale fenòmeno non ebbi fino ad ora occasione di riconòscerlo fuorchè su pezzi preparati con un mètodo che mi appartiene.

secondo è troppo manifesta, perchè non resti qualche timore d'èsserci ingannati nel dare ai medèsimi così diversa interpretazione.

Il primo e terzo caso fùrono spiegati in un modo che non lascia alcun dubbio; invece il secondo e quarto caso ci làsciano dubbiosi se dèbbansi entrambi spiegare coll'intervento o senza l'intervento di qualche forza vitale, od anche l'uno in un modo e l'altro nel modo opposto.

412. Lo studio sperimentale che noi intraprendemmo allo scopo di mèttere in chiaro la càusa che diede origine alle montagne ci condusse inaspettatamente a trovare in che consiste la vita, offrèndoci della stessa una definizione chiara e precisa, e spandendo non poca luce sulla natura della forza a cui tutti i fenòmeni fondamentali della vita dèvono l'origine loro. Questa forza, come si è di sopra dimostrato, è riposta nel plutonismo dei liquidi nutritivi. Ora le forze plutòniche non sono forze sèmplici, ma invece abbiam già fatto notare al n.° 34, *pag.* 47, che esse ci offrivano il primo esempio ben constatato di vere forze composte; e abbiam visto che forze meccàniche, fisiche e chimiche legate fra loro col nesso reciproco di càuse ed effetti concòrrono alla loro formazione mirabilmente alternando le loro azioni con interminàbile successione. E ciò porge alle idèe esternate dal Bufalini la più splèndida conferma che mai potèssero avere, mostrando verificate alla lèttera tutte quante le sue previsioni. Era impossibile colpire più giustamente nel segno, e pronunciare parole più vere e più sapienti di queste

che noi tiriamo da un libro ove sono riportate al solo oggetto di confutarle (*). Ecco le parole del Bufalini: « L'ùltimo effetto che ne appare, la funzione detta vitale, » non può èssere fenòmeno nè fisico, nè meccànico, nè » chimico soltanto; ma un fenòmeno composto o una » risultante di queste tre categorie d'azioni, e quindi un » fenòmeno che perciò solo sembra d'un gènere affatto » particolare, non punto somigliante ai fenòmeni dei » corpi inorgànici, in cui quelli si ossèrvano che sono o » fisici, o meccànici, o chimici soltanto ».

In altro luogo egli segnala maestrevolmente quel nodo che esiste fra il processo di nutrizione e il movimento del liquido nutritivo, il qual nodo, come sappiamo, costituisce appunto il fenòmeno fondamentale del plutonismo. Riporto le sue stesse parole (**). « Ecco gli atti » principali della vita ridotti in questi due, movimento » vitale, e processo d'assimilazione orgànica. Io so ch'essi » hanno tali vincoli tra loro, che l'uno non esiste senza » dell'altro, e mentre il processo d'assimilazione non si » compie che alla mercè del movimento vitale, questo » poi non continua che in quanto la fibra riceve per » mezzo del primo la forza che lo produce ».

415. Tutto quadra esattamente colla verità, se non che coll'ùltima espressione viene attribuita alla fibra la potenza che mette in moto il lìquido nutritivo, e questa, eccettuati forse alcuni pochi casi, risiede invece nel

(*) Giacomini. *Il Vitalismo, ecc.* Pag. 102.

(**) Bufalini. Vol. I, Cap. 14, pag. 105.

liquido istesso. Egli è perciò che noi abbiam detto *semovente* il liquido nutritivo, e gli manteniamo questa qualificazione, sebbene non ci sia ignoto di quanto biàsimo fisiòlogi rinomatissimi facèssero segno l'opinione esternata da varj senza prove soddisfacenti, che *il sangue potesse muòversi per una forza inerente a sè stesso* (45).

L'opinione da noi sostenuta riposa sovra prove moltiplici ed inconcusse, cosicchè l'obbiezione addotta dal Bichat cade da sè medèsima. Che poi il sangue, il quale nell'interno dei vasi animali si muove pel suo proprio plutonismo, debba cessare da ogni movimento tosto che da questi venga estratto, non v'è bisogno di nuove spiegazioni perchè la cosa completamente s'intenda, e ciò può servire di risposta alla principale obbiezione del Magendie. D'altronde nella nostra teoria certo non si sostiene l'assurda ipòtesi, che il sangue debba muòversi

(45) *Je ne parlerai pas ici des prétendus mouvemens spontanés du sang, des fluides subtils qu'il contient, et qui le dilatent et le reserrent au besoin: tout cela n'est qu'un assemblage d'idées vagues qu'aucune expérience ne confirme.*

BICHAT. *An. Gén.* T. I, pag. 62. (V. TOMMASINI, T. I, Lez. 6, in Nota pag. 377).

Dans l'énumération des causes les plus apparentes de la force statique du sang, je ne vous ai point parlé de la faculté qu'on a supposé à ce liquide de se mouvoir spontanément, sans le concours d'aucun agent mécanique. Ce sont là de ces stupidités dignes tout au plus d'exciter le sourire. Extrait de ses vaisseaux le sang n'a pas d'autre force vitale ou physique que la force d'inertie. Il en est du sang comme de tout corps composé de molécules inertes, pour se mouvoir il lui faut un agent d'impulsion: renfermez-le dans une anse d'intestin de poulet, ou dans un tuyau en caoutchouc, jamais il ne se deplacera de lui même. En vérité, Messieurs, il faut ne pas avoir d'yeux pour avoir pu soutenir que le sang a une puissance motrice inhérente à sa nature. Une idée semblable est une véritable hallucination.

MAGENDIE. *Ph. ph. de la vie.* T. III, Lez. 4, pag. 72.

senza l'impulso comunicàtogli da qualche agente meccànico; ma si è dimostrato che questo agente tròvasi imprigionato nel sangue istesso, e serve a mètterlo in moto di mano in mano che per le azioni chìmiche della nutrizione ci va ricuperando la sua libertà. Che anzi, analizzando il modo di operare delle forze plutòniche, arriviamo diritti alla conseguenza che una porzione di liquido nutritivo è spinta al moto dalla forza dispiegata dall'altra porzione dello stesso nell'atto della sua assimilazione. Quanta parte nella produzione del moto dei liquidi nutritivi competa all'azione de' sòlidi entro cui si muòvono verrà sottoposto ad esame negli articoli seguenti. Per ora basta che si ritenga come dimostrato che nella maggior parte dei casi, cioè quando i vasi sono rigidi come nelle piante, o quando non dan segno di alcuna contrazione sensibile come nei capillari degli animali, il movimento del liquido nutritivo si effettua interamente a spese del proprio plutonismo, e che per conseguenza non è fuori di propòsito ch'esso venne da noi chiamato *lìquido semovente.*

È vero che contro una tale qualificazione da noi data ai liquidi nutritivi dei vegetàbili e degli animali si potrebbe obbiettare che la forza catalìtica è necessaria onde si svòlgano dal seno di quei liquidi le arie motrici, e che l'agente imponderàbile della forza catalìtica per operare su quei liquidi si vale dei sòlidi che li circòndano e che per conseguenza l'impulso primitivo che serve a mèttere i liquidi in moto non dèstasi in essi ma proviene dall'esterno passando attraverso alla materia dei vasi.

Infatti senza il giuoco regolare dei vasi entro i quali si muòvono i liquidi, questi rimarrèbbero stagnanti, e noi in tale stato li vediamo allorchè estratti dai corpi vivi li conserviamo per qualche tempo in recipienti di vetro o di altra materia; ma un simile ragionamento potrebbe ugualmente applicarsi ai movimenti così detti spontanei degli animali e delle loro diverse parti, il che ne porterebbe a conclùdere che non vi è più alcun caso ove il vocàbolo *semovente* possa èssere con proprietà adoperato. È preparata dentro l'organismo del sangue come in quello del mùscolo la molla destinata a mètterli in moto. Però così nell'un caso quanto nell'altro, questa molla imbrigliata non produrrebbe alcun effetto se una forza catalitica non le preparasse il terreno sgombràndolo dalle resistenze, e procuràndole abbastanza di libertà onde poter mettersi in azione. La forza catalitica è la càusa lontana di tutti i fenòmeni dei corpi vivi come la gravità è la càusa lontana di tutti i movimenti degli orologi a peso. Però a conòscere il meccanismo dell'orologio, bisogna studiarne le ruote e i rocchetti, contarne i denti, vedere come s'ingrànano, misurare la lunghezza del pèndolo, valutare il tempo d'ogni sua oscillazione, ma nessuno ha mai pensato che ci fosse tolto di conòscere perfettamente il meccanismo di tali orologi perchè non ci è dato di penetrare e mèttere allo scoperto la natura intima della gravità: chè anzi a spiegare completamente i movimenti di tali orologi, ed a costruirne di perfetti, non è nemmeno necessario l'avere approfondita la cognizione delle diverse leggi, alle quali, per l'osservazione e le

esperienze sappiamo che tutti i fenòmeni provenienti dalla gravità dèbbono obbedire. Molto meno poi si pensò dalla cognizione che il primo movente degli orologi a peso è la gravità a desùmerne la proposizione inversa che sarebbe una singolare assurdità, cioè: *che debba èssere considerato come orologio a peso tutto ciò che si muove in virtù della gravità!*

414. Eppure prendendo ad esaminare la definizione della vita proposta dal Brown noi vediamo che quell'insigne fisiòlogo dopo aver dimostrato che varj fenòmeni vitali si prodùcono sotto l'influenza d'una forza catalitica affatto indeterminata, credette d'èssere autorizzato a conclùdere che dovèssero èssere considerati come fenòmeni vitali tutti quelli che traèvano l'origine loro dalla forza catalitica istessa. E di ciò siamo tanto più dolenti in quanto che tale definizione desunta dall'*eccitabilità della molècola orgànica* adottata e promulgata dal nostro valentìssimo Tòmmasini, servì di fondamento ad una nuova fisiologìa la quale si diffuse rapidamente fra i dotti del nostro paese, e levò rumore di sè anche presso le nazioni straniere sotto il nome di *scuola italiana.* Perciò se l'amore del vero non prevalesse in noi ad ogni altro sentimento ci asterremmo volentieri dal metter mano al fondamento d'un edificio che fu già considerato come monumento di gloria nazionale; ma d'altra parte portando francamente la nostra critica sull'òpera dell'immortale Tommasini crediamo di soddisfare in pari tempo alle esigenze della scienza ed al rispetto dovuto al nome di tanto avversario.

Ecco pertanto come il Tommasini medèsimo parla dell'eccitabilità, e come la definisce (*): « Sorse un uomo » di genio straordinario, un profondo filòsofo in Iscozia » che osò prescindere da queste ricerche: che seppe » alzare lo sguardo ad una proprietà che non poteva » èssere negata da alcuno, e concentrare tutte in questa » proprietà sola e la sensibilità de' nervi, comunque a » nessun grado contràttili, e la vivace irritabilità dei » mùscoli, e la contrattilità oscura di altre parti del corpo. » Questa proprietà pieghèvole a tutte le supposizioni non » poteva perciò avere nemici, purchè fòssero abbastanza » filòsofi, nè gli Halleriani, nè i loro avversari, nè i so- » lidisti di qualunque altra setta immaginare si vògliono. » Ecco la differenza ch'io metto fra Brown e i fisiòlogi » che lo hanno preceduto. Comprese egli sotto un solo » nome le proprietà comunque diverse di aspetto, che » si ossèrvano nei varii componenti della màcchina vi- » vente; nome però che non ripugna ad alcuna di esse, » che anzi le esprime tutte con eguale esattezza. Chiamò » egli *eccitabilità* quella proprietà generale della mate- » ria vivente per cui distinguesi dalla morta e per cui » essa è atta a concepire o contrazione, o oscillazione, o » senso, o moto, o mutazione qualunque siasi al tocco » degli stimoli ed all'applicazione degli agenti esterni » ed interni. Non è giusto il dire che Brown abbia sosti- » tuita l'eccitabilità alle altre proprietà conosciute delle » sostanze animali. Ha adottato un nome che non ne

(*) Tommasini. Vol. I, Lez. 3, pag. 170.

» rigetta e non ne esclude nessuna ma che tutte le com-
» prende egualmente; ed era ciò necessario volèndosi
» tentar l'espressione d'una proprietà generale. Egli non
» ignorava fuori di dubbio che i mùscoli stimolati si con-
» tràggono gagliardamente: che i nervi irritati del pari
» sèntono o fanno sentire senza mòversi visibilmente; e
» che le membrane stimolate esse pure non subiscono
» che un'oscura contrazione se pure ne subiscono alcuna.
» Ma i nervi, quando sèntono l'impressione degli oggetti
» esterni, e la traspòrtano all'ànimo, dèono pur subire,
» per quanto oscuro egli siasi, un qualche cangiamento:
» sono adunque mutàbili per l'azione di questi oggetti.
» I mùscoli, quando si contràggono si mùtano a vista
» d'occhio: sono dunque essi pure mutàbili al tocco degli
» stimoli. Le membrane, le cellulari, ecc., se per una
» distensione o per l'applicàzione di certe sostanze su-
» biscono qualche contrazione oscura, sono anch'esse
» mutàbili sotto queste circostanze. Questa mutabilità,
» questa suscettibilità a concepir cangiamento che è co-
» mune a tutti i sòlidi animali è ciò propriamente che
» vien detto da Brown *eccitabilità*. E siccome queste
» parti sono suscettibili di simili mutazioni sin che l'a-
» nimal vive e sono immutàbili a qualunque stimolo nel
» cadàvere; perciò l'eccitabilità è stata dichiarata da
» Brown il generale caràttere che distingue i corpi vi-
» venti dai morti (*). In tutti gli stati della vita l'uomo e
» gli altri animali sono in ciò differenti da sè medèsimi

(*) Brown. *Elementa Medicinae*. Cap. II, § 10.

» quando sono morti e da qualunque materia inanimata,
» che pòssono èssere e dagli oggetti esteriori e da certe
» azioni loro proprie affetti in maniera che ne risùltino
» le funzioni o le azioni che loro appartèngono mentre
» vivono.

» L'eccitabilità, questa proprietà caratteristica della
» fibra vivente, non è già in sè stessa qualche cosa di
» più di quello che fosse la vitalità, la disposizione, l'at-
» titùdine a vivere, che è stata l'oggetto delle specula-
» zioni di tutti i fisiòlogi. La grandezza della proprietà
» Browniana non consiste a mio avviso nel tèrmine ma
» bensì nell'oggetto che Brown si è prefisso, di abbrac-
» ciare con essa tutte le disposizioni di qualunque parte
» del corpo a qualunque sorta di azione o di cangiamento
» vitale. Che il nome di eccitabilità non porti a nessuna
» ulterior cognizione sulla càusa interna o sul meccanismo
» da cui essa dipende lo confessa Brown istesso tiràn-
» done la definizione non già dalla natura della proprietà
» ma dagli effetti che per essa vèngono prodotti, e de-
» nominàndola quella proprietà per cui gli stìmoli appli-
» cati alla fibra prodùcono l'eccitamento e le operazioni
» nelle quali consiste la vita. Ma questo difetto di defi-
» nizione, questo non assegnare l'origine e la càusa ef-
» ficiente della proprietà vitale è omài da attribuirsi alla
» cosa stessa più che agli autori ed al linguaggio; sem-
» brando ormài provato all'evidenza dopo i tentativi
» inùtili di tanti ingegni èssere impossìbile lo svòlgere
» dalla tessitura del sòlido animale o il rilevare dai
» fenòmeni della vita l'indole, il fondo, l'essenza, il

» meccanismo di questa proprietà. Consiglia anzi lo scrit-
» tore scozzese a desistere da qualunque pretesa e da
» qualunque ulteriore indàgine sulla natura di questa
» proprietà, e crede che in siffatta materia siano stati
» quasi sempre dannosi alla scienza mèdica i tentativi
» onde si sono occupati i fisiòlogi ».

Il Tommasini pertanto riconosce apertamente che la vantata *eccitabilità* altro non è che una parola vaga, indeterminata, mal definita, simile all'antica vitalità; parola anch'essa di significato sconosciuto, e che si faceva intervenire nella spiegazione di tutti i fenòmeni che non si sapèvano spiegare.

415. Ora queste parole arrendèvoli, le quali, comprendendo un nùmero indefinito di concetti diversi, si prèstano ad ogni cosa e in realtà non sèrvono a nulla, dovrèbbero èssere irrevocabilmente bandite da tutte le scienze, perchè sono un inùtile bagaglio per gli uòmini che àmano toccare il fondo delle cose, e condùcono continuamente in inganno quelli che si accontèntano di guardar le cose alla superficie. Questo rimpròvero applicàbile alla vitalità definita un tempo in un modo vago e indeterminato *l'attitùdine della materia ad esercitare le funzioni della vita*, lo sarebbe del pari all'eccitabilità, assunta come il caràttere distintivo della materia viva, qualora non si avesse fatto che sostituirla semplicemente in luogo e stato della vitalità. Ma i fisiòlogi nei tentativi che fècero onde fissare in qualche modo il significato di questa parola non riuscirono che a peggiorare la sua condizione in quanto che da una parte misero a scoperto

la sua insufficienza di servire fin anco a quella prima fondamentale distinzione tra la materia viva e non viva per la quale quella parola fu fabbricata, e d'altra parte falsàrono la natura di varj fenòmeni onde mostràrcela ricca di certe proprietà ch'essa non può possedere.

416. Noi nel definire la vita abbiamo fatto completa astrazione dall'eccitabilità, anzi abbiamo creduto poterci dispensare interamente dal tener conto della forza catalitica, senza l'intervento della quale noi pure conveniamo non possa aver luogo alcun fenòmeno vitale. Però siamo certi che per tale pensata ommissione la nostra definizione della vita non sarà creduta incompleta, e non verrà tacciata d'oscurità per la ragione che le scienze naturali non arrivàrono per anco a mèttere interamente allo scoperto l'indole, la natura e le leggi della forza catalitica di cui discorriamo. I corpi viventi dèvono èssere considerati come màcchine in azione, e noi nello studio di queste màcchine vive ci siamo attenuti alle norme seguite dai meccànici nello studio delle màcchine ordinarie. Che cosa diremmo noi d'un meccànico il quale per formarsi un'idèa chiara di qualche màcchina messa in movimento dalla forza muscolare d'un bue, credesse di dovere investigare nei mùscoli di quest'animale qual sia la natura recòndita della forza che là dentro risiede, e disperando di poter riuscire nell'intento fosse persuaso che anche la màcchina non si potesse spiegare, descrivere o definire?

417. Il meccànico in tutte le màcchine nelle quali la forza motrice primitiva òpera per mezzo di funi, si

accontenta di valutare qual dovrà èssere la tensione di queste acciocchè la màcchina funzioni a dovere, e non si cura di sapere se questa tensione sarà procurata da un peso o dalla forza d'un bue, d'un cavallo o d'un elefante, e tanto meno poi sente la necessità di conòscere la natura intima di quelle forze. Se invece il primo impulso alla màcchina sarà comunicato da una ruota girante, o dall'alternativo spostarsi d'un corpo cilindrico, egli avrà bisogno di contare il nùmero dei giri o delle oscillazioni che si còmpiono in un tempo determinato, e cercherà di conòscere la precisa configurazione e la massa del corpo messo in movimento, come e dove gli sono applicate le resistenze, ecc., ecc., ma per la perfetta conoscenza di tutti i meccanismi della màcchina e del modo con cui funziònano, nella qual cosa consiste la piena cognizione della màcchina istessa non gli è per nulla indispensàbile di sapere se la prima forza motrice sarà una forza muscolare o l'urto dell'acqua cadente, o l'espansione del vapore. Il meccànico studia la màcchina in sè stessa, e nel suo studio deve procèdere nel modo seguente: considerando quei tali movimenti che la màcchina eseguisce onde raggiùngere lo scopo al quale essa venne destinata, cerca nella màcchina istessa qual'è il meccanismo che immediatamente vale a produrli: poi cammina più avanti e cerca rèndersi ragione della càusa che mette in movimento il meccanismo ora accennato; e detèrmina qual'è nella màcchina il congegno destinato a produrre un tal movimento nel meccanismo di cui si è ora parlato: poi deve studiare i congegni che sèrvono a dare il moto

al congegno già ricordato, e così di séguito finchè giunge a trovare quell'ùltima parte della màcchina la quale non può ricèvere il suo movimento da qualcuno de' congegni costituenti la màcchina istessa, ma invece è posta direttamente in moto da una forza esteriore. Ei dovrà ancora esaminare se quest'ùltima parte della màcchina è costruita per modo che la forza esteriore possa facilmente ed economicamente ad essa applicarsi, ma della forza esteriore medèsima non ha bisogno di conòscere altra cosa se non che s'essa esista ed abbia energìa sufficiente a produrre quel primo movimento che serve a porre tutta la màcchina in azione.

418. Veramente è a prèndersi in considerazione anche il caso nel quale la forza iniziale si sviluppi entro i confini della màcchina stessa in qualcuna delle sue parti più o meno essenziali. In questo caso la forza dovrebbe chiamarsi *interna* e la sua produzione sarebbe da considerarsi come il primo degli uffici a cui la detta màcchina è destinata. Però se l'apparato produttore della forza si può facilmente separare dalla vera màcchina che è l'apparato che usa della forza prodotta, allora la differenza fra i casi della forza iniziale esteriore od interna ridùcesi ad assài piccola cosa e in realtà non consiste in altro se non che in un ravvicinamento più o meno grande dell'apparato produttore della forza alla màcchina che per l'applicazione di questa forza deve mèttersi in movimento. Così, per esempio, tra un battello che è costretto a rimontar la corrente d'un fiume in virtù della forza d'un cavallo che camminando sulla riva legato al battello per

mezzo d'una fune lo va rimorchiando, e un battello che rimonta la stessa corrente in virtù della forza d'un cavallo che movèndosi nel suo interno mette in azione il congegno che lo òbbliga a risalire non v'è altra essenzial differenza se non che d'una più grande vicinanza fra l'apparato produttore della forza che è il cavallo e la màcchina posta da questa forza in movimento che è il battello, pure nel primo di questi due casi il battello si può considerare come una màcchina messa in movimento da una forza esteriore e nel secondo caso come una màcchina messa in movimento da una forza interna.

Riesce più intima l'unione dell'apparato produttore della forza con quello che si vale della forza prodotta nella màcchina a vapore che serve di locomotiva sulle strade ferrate. Ivi la forza dèstasi nell'acqua la quale è contenuta in un recipiente che fa parte della màcchina stessa, e che quando la màcchina è posta in movimento si move con essa; talmente che si potrebbe quasi dire che la locomotiva è una vera màcchina semovente. Però non è impossibile l'ottenere il medèsimo effetto separando l'apparato produttore della forza dalla màcchina che mediante questa forza deve èssere posta in movimento; e tal separazione fu anche effettivamente praticata pel movimento de' treni su quelle strade di ferro che diconsi *a pressione atmosfèrica.*

Infine vi sono delle màcchine nelle quali l'apparato produttore della forza iniziale è così intimamente legato a quello al quale la detta forza è destinata che non si saprebbe immaginare alcun modo possibile di separarli.

Le màcchine pòssono adunque distribuirsi in due diverse categorie, secondo che in esse i due nominati apparati sono affatto disgiunti o facilmente separàbili, ovvero secondo che sono intimamente fra loro congiunti. Egli è soltanto in queste ùltime, le quali, radunando l'apparato produttore della forza e quello che ne usa, sèmbrano bastare a sè stesse, ove si tròvano gli esempj di quelle a cui noi riserbiamo più propriamente il nome di semoventi. Esse dall'esterno non abbisògnano d'altra cosa fuorchè del flùido etereo necessario alla produzione della forza iniziale.

419. I corpi vivi appartèngono tutti indistintamente ad un tal gènere di màcchine. Però in questo caso come in tutti gli altri a conòscere la màcchina non è necessario avere altra cognizione dell' apparato produttore della forza se non che quella della sua esistenza e della sufficienza della forza da esso prodotta a comunicare il movimento a tutte le parti che costituiscono la màcchina.

La forza che dà il primo impulso alle màcchine viventi è il plutonismo de' liquìdi orgànici. L'esistenza e la sufficienza di questa forza sono cose dimostrate. Come poi il plutonismo sia destato pel contatto del lìquido plutònico col sòlido entro cui è contenuto, ovverò qual sia la natura della forza catalìtica che òpera ne' corpi vivi, o la qualità del flùido etereo per cui il plutonismo vien risvegliato, non è cosa più necessaria a sapersi per la cognizione della vita, che per la cognizione d'una màcchina ordinaria non sia necessario il conòscere la natura della forza che si svolge nei mùscoli del bue o del cavallo,

la quale è quella che serve a porre la detta màcchina in movimento.

420. Brown avendo riposta la vita nell'eccitabilità operò a presso a poco nel modo istesso, come noi avremmo fatto se ci fòssimo avvisati di far consistere la vita nel lavoro qualunque di una forza catalitica; il che quanto sarebbe stato fuor di propòsito si può facilmente desùmere dalla considerazione che il solo elemento, fra tutti quelli che intervèngono a costituire la vita, del quale la conoscenza non sia necessaria alla completa cognizione della vita medèsima è appunto la forza catalitica.

Di più chiamando *eccitabilità*, come fece il Brown, la condizione così della vivace irritabilità dei mùscoli come dell'oscura contrattilità di altre parti del corpo, tanto la càusa dei mutamenti manifesti, quanto quella di ogni supposto occulto mutamento, d'onde saremo autorizzati ad asserire che le parti dei corpi vivi sotto l'azione degli stimoli sono necessariamente soggette a qualche mutamento epperò sono eccitàbili; mentre quelle dei corpi non vivi sotto l'azione de' medèsimi stìmoli rimàngono immutàbili epperò non sono eccitàbili? Se l'eccitabilità ne' corpi vivi può operare in un modo non apprezzàbile qual servigio ne potrà essa in questo caso prestare per distinguere tali corpi da quelli che non sono vivi? E poi fosse almen vero che ne' corpi privi di vita l'azione degli stimoli non potesse produrre alcun cangiamento! La chimica dà una continua mentita a quest'opinione. Come accade per esempio, che l'alcool tocco dall'àcido solfòrico si trasforma in ètere? Che il gas tonante attraversato da una

scintilla clèttrica si accende e convèrtesi in acqua? Che sotto l'influenza d'un raggio di luce il cloro si combina all'idrògeno e si trasforma in àcido cloridrico? Se ci si negasse l'analogia di questi fenòmeni con quelli dell'eccitabilità, adducendo che nel primo caso la materia che si risente dell'azione degli stimoli tròvasi generalmente in stato di fluidità, mentre invece nell'altro caso i fenòmeni si manifèstano nella materia orgànica sòlida, noi potremmo facilmente rispòndere ricordando fatti senza nùmero di materia inorgànica sòlida che àltera immediatamente le sue proprietà tosto che viene posta in comunicazione con qualche agente esteriore: così, per esempio, accade che il cloruro d'argento non si può esporre alla luce senza che all'istante annerisca, nè può sprigionarsi una scintilla nella pòlvere da fucile senza che all'istante tutta si accenda e scoppj. In quest'ùltimo caso sùscitasi un movimento in tutta la materia certamente più vivace e più ardito di quello della contrazione dei mùscoli che nelle màcchine animali serve come di tipo della più manifesta eccitabilità.

419. In presenza di questi fatti non restava altro rifugio per sostenere l'eccitabilità come proprietà caratterìstica della materia vivente fuorchè il supporre dovere èssere di natura affatto diversa i movimenti destati dalla chìmica nella materia bruta e quelli dovuti all'eccitabilità nella materia vivente.

Bisognava sostenere che questi ùltimi movimenti dipèndono da una maniera di chìmica e di meccànica particolari, affatto diverse da quelle dei corpi inorgànici anzi

in perpetua opposizione con esse. Ed è appunto per voler appoggiare una così assurda proposizione che la fisiologia fondata sull'eccitabilità deviò senza ritegno dal retto sentiero. Per tentare la spiegazione di qualche fenòmeno doveva necessariamente alterarne le condizioni, e presentàrcelo sotto un aspetto fallace. Così, per esempio, la vita venne dichiarata uno *stato forzato*, la sorgente di tutti i movimenti vitali venne riposta nei sòlidi, ai flùidi non venne accordata che la proprietà di destare l'attività de' sòlidi, ma fùrono spogliati essi medèsimi d'ogni intrinseca attività (46); le quali cose quanto siano discordi dal vero ci proponiamo di dimostrare negli articoli seguenti, di cui dedicheremo interamente il primo a trattare la quistione ora accennata dell'importanza relativa dei sòlidi e dei lìquidi nell'esercizio delle attività vitali, quistione che dèvesi senza contrasto considerare, nella teoria della vita, come una delle più interessanti e fondamentali.

(46) Quanto mi par vero che i flùidi risarciscan le fibre e le mantengan capaci di vivere, quanto mi sembra certo che il sangue e la linfa si prèstino ai *processi preparatorii della vita*, sia colla formazione o lo sviluppo di principii atti a stimolare, sia colla formazione o risarcimento di parti atte ad èssere stimolate ed a vivere, altrettanto mi sembra sostenibile che i flùidi stessi, in quanto *al sostenere l'atto stesso della vita*, non vi concòrrono se non istimolando.

TOMMASINI. Vol. I, Lez. 5, pag. 279.

Artìcolo II.

Distribuzione delle attività vitali fra i sòlidi e i lìquidi nei corpi vivi.

Necessità dei sòlidi e dei liquidi nei corpi vivi — Opinioni diverse circa la loro relativa importanza — Supposta passività dei liquidi — Negli organismi minerali la superiore importanza dei liquidi è incontestàbile — Anche nei vegetàbili ai sòlidi appartiene una parte affatto secondaria nell'esercizio delle funzioni vitali — L'analogia vorrebbe che anche negli animali l'importanza dei liquidi fosse prevalente — Fenòmeni che parrebbe valèssero a rialzare negli animali l'importanza dei sòlidi al di sopra di quella dei liquidi — Esagerazioni dei fisiòlogi a favore dell'importanza dei sòlidi — Bufalini riconobbe e valutò giustamente la maggiore importanza dei flùidi — Più grande necessità dei liquidi che non dei sòlidi per l'esercizio delle funzioni vitali — Discussione dei fatti apparentemente favorèvoli alla teoria del solidismo — Le materie molli dèvono le loro attività vitali ai liquidi di cui sono in gran parte costituite — Come si spiègano le variazioni di volume negli òrgani molli — A che si deve l'energia della vita nell'interno degli òrgani molli — Ràpidi movimenti delle parti molli degli animali — All'agente imponderàbile di questi movimenti che forse è l'elèttrico si conserva il nome di *flùido biòtico* — La conclusione si è che le attività vitali sono esercitate quasi interamente dai liquidi.

422. Tutti i corpi viventi cònstano di parti sòlide e lìquide che si compènetrano a vicenda e tròvansi dappertutto ad immediato contatto. Qualunque sia l'idèa che noi ci formiamo d'un corpo vivente, sentiamo che in esso le funzioni vitali non si potrèbbero esercitare così s'ei fosse ridotto ad uno stato di completa solidità come se fosse convertito in una massa interamente liquida. Pressochè tutti i naturalisti si avvidero che ad intrattenere la vita era indispensàbile quest'intima alleanza fra la materia lìquida e la sòlida, e molti lo dichiaràrono nel modo il più esplicito.

Questo commercio di azioni e reazioni fra i sòlidi e i liquidi nei corpi vivi è così maestrevolmente descritto dal Tommasini che i nostri lettori ci sapran grado se noi mettiamo sotto ai loro occhi le sue stesse parole: « Questi sòlidi di fatto e questi flùidi, finchè gòdono » della vita, agiscono tra loro reciprocamente e reagi- » scono; muòvono continuamente e sono mossi; èccitano » e sono eccitati: sono mutati ad ogni istante e mùtano » costantemente. Gli alimenti mèttono in movimento lo » stòmaco, e lo stòmaco e gli intestini muòvono e mù- » tano i cibi stessi. Il sangue èecita e mantiene i movi- » menti del cuore e delle arterie: il cuore e le arterie » muòvono e mùtano il sangue. L'orina pizzica e scuote » la vescica e l'ùretra; e la vescica e l'ùretra spìngono » e discaccian l'orina. Egli è appunto in questa continua » e vicendèvole azione delle parti sòlide e flùide del » corpo animale, che viene comunemente riposta la vita » (*Vol. I, pag.* 60. *Piano ragionato dell'òpera*) ».

423. La diversità delle opinioni verte soltanto sul diverso grado d'importanza che venne attribuito ora ai liquidi ed ora ai sòlidi, trovàndosi nei diversi autori percorsa tutta la scala fino agli ùltimi limiti; cosicchè alcuni vi fùrono che tutte le funzioni vitali fècero compiere dai liquidi, e non consideràrono i sòlidi che come la misura della caducità della vita e come inciampi al libero esercizio delle sue funzioni; ed altri all'opposto pòsero la vita unicamente nei sòlidi, e non consideràrono i liquidi se non che come il pùngolo destinato a richiamare continuamente i sòlidi all'esercizio delle loro proprie

attività. Secondo questi ùltimi perfino il movimento dei liquidi nutritivi troverebbe la sua càusa nel movimento de' vasi che li contèngono: nei vasi il moto si desterebbe in virtù di una forza vitale propria, o della loro eccitabilità, e invece ne' liquidi il movimento sarebbe comunicato, epperò essi sarèbbero completamente passivi fin anco nell'esercizio della funzione circolatoria al compimento della quale, com'è manifesto, il loro stato di liquidità è una condizione necessaria.

424. Ecco che cosa ne dice il Tommasini, alla *pàgina* 142 *del Vol. I, Lez. II.* « I flùidi non percòrrono
» la lunghezza de' vasi ne' quali sono contenuti se i vasi
» stessi non si mòvono e non si contràggono: il corso
» loro dipende adunque dal moto de' sòlidi che loro
» viene impresso. Dei vasi non è così: il lor movimento,
» la lor contrazione non è figlia del movimento o del-
» l'urto dei liquidi i quali da principio, almeno quando
» i sòlidi sono ancora tranquilli, si pòssono supporre in
» istato di quiete, giacchè *non potrèbbero essi avere un*
» *movimento che non hanno ricevuto.* L'osservazione
» giustifica questo ragionamento, poichè non dipende già
» dall'urto de' cibi e delle bevande il moto del ventri-
» colo cui basta a risvegliare talvolta vivissimo e straor-
» dinario anche il sèmplice tocco di queste sostanze. Non
» dipende dall'urto meccànico dell'orina contro le pareti
» della vescica se queste si contràggono e la espèllono
» per l'ùretra; giacchè l'orina vi si raccoglie insensibil-
» mente e placidamente, ed un momento prima che si
» effettui la contrazione trovàvasi stagnante e senza

» movimento nel fondo della vescica. Non dipende dall'im- » pulso o dall'urto del sangue ne' vasi arteriosi e nel » cuore il movimento che il sangue stesso v'imprime; » giacchè nel cuore delle rane e di qualunque animale » non è già necessario un impulso, ma basta il sèmplice » tocco di qualche sostanza pungente o irritante a risve- » gliare i movimenti di contrazione nelle di lui fibre. » Qual'è dunque la càusa ammiràbile per cui senza im- » pulso si gènera questo moto contro le leggi della mec- » cànica conosciuta? Cos'è ciò che rende le fibre, i sòlidi, » i vasi di un animale suscettìbili di mèttersi in movi- » mento ed in azione al sèmplice tocco de' liquidi o di » altri stimoli idonei? » E conclude col dire che è l'ec- citabilità.

425. A tògliere ogni ambiguità nei dati della qui- stione che ci siamo proposta sarà conveniente nell'intra- prènderne lo studio il fare astrazione da quelle parti le quali, non essendo decisamente liquide, stante la loro mollezza non si pòssono nemmeno ritenere come assolu- tamente sòlide. Questo caso ci si presenta frequentissimo negli animali, assài meno frequente nei vegetàbili, e non mai nelle due specie di minerali viventi finora conosciute. D'altronde la convenienza d'incominciar lo studio della quistione piuttosto dai minerali e dai vegetàbili che dagli animali risulta anche da ciò che riferèndosi essa ad un fenòmeno fondamentale della vita è naturale che la so- luzione sia la medèsima per tutti gli èsseri viventi, e che ad ottenerla dèbbasi di preferenza ricòrrere a quelli in cui la vita è più sèmplice. Ora se noi ci facciamo ad

esaminare che cosa avviene nei minerali ci accorgiamo immediatamente che l'importanza della materia liquida nell'esercizio delle funzioni vitali sùpera di gran lunga quella della materia già passata allo stato di solidità. La materia sòlida pei canali che in essa sono scavati òbbliga il liquido ne' suoi movimenti a percòrrere vie determinate, ed è a lei che il corpo vivente è debitore di non cambiare continuamente la propria figura; ma quanto all'esercizio attivo di vere funzioni vitali, la materia sòlida si limita a stimolare il liquido plutònico a cèderle continuamente un po' della propria materia onde poterla a sè stessa assimilare. Possiamo per conseguenza conclùdere che in questo caso le funzioni vitali sono quasi interamente esercitate dal liquido, e che l'ùnico ufficio della materia sòlida è quello di eccitare il liquido che ad essa aderisce a còmpiere le dette funzioni.

426. Nei vegetàbili, essendo rigidi i vasi entro i quali il liquido si move, non ci può nàscere dubbio che il movimento di questo si debba, nemmeno in parte, ad un'azione esercitata sovr'esso dal movimento dei sòlidi. Anche qui come nei minerali apparisce manifestamente che i liquidi dèvono esclusivamente il moto al loro proprio plutonismo, e che per conseguenza è in essi dove troviamo esercitarsi la maggior parte delle funzioni vitali, non restando ai sòlidi altro ufficio fuorchè quello di cui li abbiamo già riconosciuti dotati nel regno minerale, cioè di provocare l'assimilazione della materia liquida che viene ad essi in contatto. Nei vegetàbili come nei minerali tutta l'attività dei sòlidi è diretta ad eccitare i

liquidi all'esercizio delle funzioni vitali di cui questi si tròvano quasi esclusivamente incaricati.

427. Dovrà forse succèdere il contrario negli animali? Chi conosce quanto la natura si dimostri sempre coerente a sè stessa non si lascerà troppo facilmente persuadere che mentre nella vita minerale e vegetàbile le funzioni vitali sono quasi interamente esercitate dai liquidi dèbbano invece nella vita animale èssere quasi interamente esercitate dai sòlidi; che mentre nella vita minerale e vegetàbile altra incumbenza non spetta ai sòlidi fuorchè di stimolare i liquidi a cómpiere le loro funzioni con quella norma e varietà che è richiesta dal regolare procedimento della vita, debba l'òrdine èssere completamente invertito nella vita animale, e l'ufficio di stimoli sia in questa esclusivamente disimpegnato dai liquidi.

428. Pure non è a tacersi che molti fenòmeni della vita animale, considerati isolatamente, potrèbbero farci propèndere verso una tale opinione.

Il cuore contraèndosi slancia il sangue nelle arterie, ed è noto ch'esso travaglia incessantemente e non si dà mai un ístante di riposo: le arterie pulsando rivalèggiano con lui di attività, e contribuiscono per la loro parte all'ulterior movimento del sangue: quasi tutti i movimenti delle parti esterne dell'animale si òperano in conseguenza di contrazioni muscolari: l'espulsione dell'orina avviene per la contrazione della vescica, e così dicasi di altri numerosi movimenti.

429. Partendo da questi fatti e generalizzàndone l'applicazione oltre ai giusti limiti, alcuni fisiòlogi, tra i quali

l'illustre Bichat (40), finirono a considerare i liquidi animali come sostanze puramente passive, e ad attribuire ai sòlidi unicamente l'esercizio di tutte le funzioni vitali. Il Tommasini, seguendo queste orme, negò al sangue ogni vitalità, ma in ciò venne vittoriosamente combattuto da' suoi dotti editori (i dottori Crescimbeni ed N. N.) in un'appendice interessantissima ch'essi aggiùnsero alla sua sesta lezione.

Il Gallini mòstrasi meno assoluto del Tommasini nelle sue conclusioni; esso dice: « I flùidi dèonsi consi-
» derare più subordinati ai sòlidi, che i sòlidi ai flùidi,
» abbenchè tutti due àbbiano sempre tra loro quella re-
» cìproca influenza per la quale gli uni pòssono èssere
» càusa ed effetto delle morbose alterazioni degli altri (*) ».

450. Il Bufalini per quello spirito filosòfico che eminentemente il distingue, non lasciàndosi abbagliare dalle false apparenze, nè imporre dall'autorità di nomi illustri, seppe meglio degli altri avvicinarsi alla verità, il che ognuno può riconòscere dalle seguenti parole (**): « Le parti
» flùide soprabbòndano tanto più, quanto maggiormente

(40) *En réflechissant à la natnre des propriétés vitalee que nons connaissons il est évident que touts idés de flnide lenr est évidemment étrangère, que ceux-ci ne peuvent-être le siége de leur contraction, que les sensibilités organiques et animales ne s'allient point non plus avec l'état où se trouvent leur molecules, etc.... D'ailleurs tous lee phénomènee de l'économie vivante nous montrent manifeetement lee fluidee dans un état preeque passif, les solidee qui reçoivent l'excitation, et qui réagissent en vertu de cette excitation snr les fluides ne sont que les excitans.*
BICHAT. *An. Gén.* T. I, pag. 62 (in Nota al TOMMASINI, T. I, Lez. 6, pag. 377).

(*) GALLINI. *Saggio di osservazioni concernenti i nuovi progressi della fisica del corpo umano.* Pag. 36 (in nota al TOMMASINI. T. I, Lez. 6, pag. 357).

(**) BUFALINI. T. II, Cap. 19, pag. 9.

» si allàrgano le facoltà dell'èssere vivente. Nell'uomo si » tiene che i flùidi siano ai sòlidi nella proporzione di 8 » a 1, e ne' vegetàbili di 3 a 1. Così i flùidi impòrtano agli » uffici della vita, più che i sòlidi; epperciò stabiliremo » a caràttere essenzialissimo dei viventi *dover essi com-* » *porsi di parti sòlide e flùide, queste crèscere in ra-* » *gione della perfezione della vita* ».

431. Coll'anàlisi che della vita ci fu possibile istituire dietro i lumi prestàtici dal plùtonio, abbiam veduto verificarsi completamente la sentenza del Bufalini da noi riportata al *n.*° 412, *pag.* 271 dalla quale apparisce che gli atti principali della vita si pòssono compendiare nel *movimento vitale* e *nel processo di assimilazione orgànica.*

Ora egli è fàcile il persuadersi che questi due atti della vita richièdono per còmpiersi la presenza necessaria almeno d'un liquido, ed a rigore potrèbbero còmpiersi anche al contatto di due lìquidi diversi, ma certo non si potranno còmpiere in nessun modo per le azioni vicendèvoli che potèssero fra loro esercitare due materie sòlide poste a contatto.

Pertanto, considerando la quistione che ne òccupa anche in un modo soltanto speculativo e teòrico, la necessità dei liquidi apparisce evidente, non così quella dei sòlidi.

432. Come si pòssano spiegare quei fenòmeni della vita animale, che sèmbrano in aperta contraddizione con questa dottrina, e che servirono di fondamento alle teorie del solidismo e dell'eccitabilità è ciò di cui passiamo immediatamente ad occuparci.

Potremmo mostrare gli animali degli òrdini inferiori infitti sul tronco che li vide nàscere privi come le piante della facoltà locomotiva e d'ogni movimento vivace delle loro parti sòlide: in essi, mancanti di cuore e di ogni vaso pulsante, il movimento del liquido nutritivo si compie, a somiglianza delle piante e dei minerali, unicamente in virtù del proprio plutonismo.

Potremmo mostrare che anche negli animali degli òrdini superiori, nell'uomo istesso, durante i primi giorni della vita fetale, prima che il cuore apparisca e pùlsino le arterie, la circolazione si effettua senza èssere ajutata da particolari movimenti dei sòlidi, ma bensì, a norma della legge fondamentale della vita in conseguenza soltanto del plutonismo del lìquido nutritivo.

Questi sarèbbero buoni argomenti a persuaderci che gli animali non sono fatti dietro principj diversi, anzi opposti a quelli che servirono di norma alla formazione dei minerali e dei vegetàbili; e che anch'essi non dévono obbedire a leggi particolari od eccezionali, ma invece sono destinati in mezzo alla loro maggiore complicazione ad èssere governati dalle medèsime leggi generali.

Siccome per altro con tutte queste ragioni non si distruggerebbe l'esistenza de' fenòmeni superiormente ricordati, i quali, negli animali degli òrdini superiori giunti al loro completo sviluppo, sèmbrano in aperta opposizione coll'opinione da noi manifestata che *nei corpi viventi non appartenga ai sòlidi altra attività vitale da quella in fuori di eccitare i lìquidi allo svolgimento delle loro attività;* così ci faremo a considerare la difficoltà

direttamente e di fronte, onde spogliarla d'ogni ingannèvole apparenza, e ricondurla, per quanto ci è possìbile, entro i suoi giusti confini.

È ammesso da tutti senza eccezione che quando la materia ha acquistato un considerèvole grado di consistenza e di durezza, e si avvicina allo stato di completa solidità, come avviene, per esempio, nelle ossa, non conservi più quasi attitùdine all'esercizio delle funzioni vitali. È ammesso per conseguenza che un certo grado di arrendevolezza e di mollezza sia nei sòlidi indispensàbile, affinchè dessi pòssano prestarsi con facilità all'esercizio delle varie funzioni vitali di cui si ritèngono incaricati.

Ora è già cosa strana il supporre che la materia ai due estremi delle varie metamòrfosi ch'essa subisce in seno ai corpi vivi sia sprovveduta di ogni attività vitale e soltanto a mezzo del suo cammino essa si trovi viva ed eminentemente viva.

Se così fosse, la vita sarebbe realmente da considerarsi come un mistero impenetràbile, come uno stato di ribellione permanente contro le leggi generali della natura: assurdità che pur venne da alcuni apertamente professata.

435. Ma facciàmoci a investigare come sono fatte quelle parti molli degli animali nelle quali alcuni autori ripòngono la sede della maggior parte delle attività vitali. E prima di tutto cominciamo dal prèndere in esame la cagione per cui queste materie non pòssono indurire senza pèrdere completamente l'attitùdine all'esercizio delle dette attività. Queste materie diconsi molli, e sono

tali effettivamente per la ragione ch'esse sono quasi interamente costituite da sostanze persistenti nello stato di liquidità. Di ciò abbiamo prove dirette desunte da fatti incontrastàbili. A che si riduce un mùscolo, a che si riduce un viscere d'un animale quando siansi diligentemente spogliati d'ogni umidità? E tutti sanno che tolta l'umidità siamo ben lontani d'averli privati di tutta la copia di sostanze liquide ch'essi contenèvano.

Procede appunto dalla somma ricchezza di sostanze liquide che le materie molli degli animali sono tanto difficili ad èssere conservate nella pienezza delle loro forme e del loro volume primitivo: nè a questo scopo alcun mètodo potè riuscire il quale non si proponesse o di fissare i liquidi animali in seno alle materie molli, obbligàndoli a consolidarsi senza diminuzione di volume; ovvero non arrivasse a sostituire alle molècole dei liquidi animali altre sostanze fisse che ne occupàssero il luogo.

In generale basta la sèmplice pressione perchè le parti molli degli animali abbandònino una porzione delle sostanze liquide di cui si tròvano imbevute; e queste messe allo scoperto col mètodo ora indicato mòstrano di èssere notabilmente diverse fra loro secondo che si tràggono da una parte dell'animale piuttostochè dall'altra. Così, per esempio, la muscolatura dà un liquido che è diverso da quello che dà il fègato: il cervello produce un liquido di natura particolare che è diverso da quello che si ricava dal pancreas o dalla milza.

L'impossibilità di separare dai detti corpi molli la totalità delle sostanze liquide ch'essi contèngono ci prova

èssere gagliardissima l'aderenza che si esèrcita fra queste e quelli. Con tutto ciò non v'è alcun dubbio che la trama veramente sòlida di tutte le parti molli degli animali, considerata tanto in peso quanto in volume, non si riduca a pochissima cosa.

L'elemento di questa trama sòlida è un filo tenuissimo sommerso in uno straterello di liquido che vi aderisce fortemente, e che anzi lo pènetra in tutto il suo spessore e in tutta la sua lunghezza insinuàndosi fra molècola e molècola. S'intende chiaramente come ciò deve èssere quando si pensa che questo liquido serve a nutrire il sòlido, e si trasforma nella sua stessa materia; epperò fra la sostanza ancora affatto liquida e la sostanza già perfettamente consolidata vi deve èssere un passaggio graduato, insensìbile; e si troverà uno stato intermedio nel quale non si potrà dire con sicurezza se la sostanza appartiene ancora al liquido o se è già incorporata nel sòlido: il che non può verificarsi senza che si stabilisca fra il sòlido e il liquido questa intima unione, in virtù della quale il sòlido è dovunque penetrato dal liquido, e lo ritiene a sè stesso aderente con forze che dall'esterno verso l'interno vanno continuamente crescendo.

Ognuno di questi fili sòlidi, ricoperto e penetrato dal liquido nel modo dichiarato, mòstrasi suscettibile di assecondare il liquido nelle sue continue variazioni di volume. Quando questo cresce, il filo si allunga, quando questo diminuisce, il filo si accorcia. Per altro affinchè il movimento del sòlido possa tener dietro esattamente alle variazioni di volume del liquido è necessario che

queste si còmpiano con una certa lentezza, e non oltrepàssino una determinata misura. In caso diverso il filo sòlido non può tanto e così rapidamente allungarsi ed ingrossare che il liquido non gema da esso e si aumenti lo spessore dell'esterno straterello; nè può tanto rapidamente e di tal fatta accorciarsi che non si torca, si ripieghi o s'increspi.

I fili elementari tròvansi di sòlito saldati insieme in serie parallele a costituire esilissime membrane, e sono queste che, intrecciàndosi in mille guise diverse e avviluppàndosi fra loro, fòrmano quegli òrgani animali di cui ci occupiamo.

434. Questi òrgani subiscono continue variazioni di volume, e in caso di malattia pòssono gonfiarsi enormemente o enormemente restringersi. E siccome tali variazioni di volume si fanno in un modo uniforme per entro a tutta la massa, così non può restare alcun dubbio che anche le parti già solidificate non siano suscettibili di allungarsi od accorciarsi nel modo sovraesposto.

Tutti questi diversi liquidi i quali tròvansi innicchiati nelle parti molli degli animali, e che anzi ne costituiscono la porzione più considerèvole, essendo destinati al nutrimento delle parti medèsime, dèvono necessariamente appartenere alla categoria dei liquidi plutònici. I liquidi che sèrvono alla nutrizione dèvono èssere in continuo movimento, e d'altronde il moto incessante dei liquidi di cui discorriamo, in seno alle parti molli degli animali, è reso evidente da fatti troppo numerosi perchè sia permesso di mèttere in dubbio la sua esistenza. Ora questi

movimenti intestini i quali si compiono ad onta di fortìssime aderenze e dentro a canali di un'estrema esiguità non si potrèbbero diversamente spiegare fuorchè facèndoli dipèndere dal plutonismo.

Per la forte aderenza che abbiamo notato esistere fra i lìquidi e i sòlidi, i movimenti di quelli vèngono in parte comunicati anche a questi: così gli òrgani nella loro totalità si tròvano in preda ad una continua attività, ed è appunto in essi dove le funzioni vitali spiègano nel compiersi la màssima energia. Ciò è naturale atteso la grande divisione del lìquido e gli innumerèvoli punti di contatto che esistono fra esso e il sòlido.

435. Abbiam visto che il sangue essendo plutònico è un liquido dotato di vitalità; ma se noi lo consideriamo nell'interno dei grandi vasi possiam dire, ch'esso non produce alcun fenòmeno di vita fuorchè nello straterello più esterno quello che è a contatto delle pareti dei vasi. Per l'esercizio delle funzioni vitali è sempre necessario il contatto d'un lìquido plutònico con un corpo da esso diverso. Ora questa condizione indispensàbile alla vita in niun luogo meglio si verifica fuorchè nell'interno delle parti molli degli animali, ed è là per conseguenza ove i fenòmeni vitali appariscono dotati d'un'insòlita energia e della màssima intensità.

436. Alcuni dei liquidi ora nominati, proprii delle parti molli degli animali, sono suscettibili di scemare notabilmente di volume e in modo quasi istantaneo; e ciò sotto l'influenza d'un flùido imponderàbile che ora li invade, ora da essi si diparte. In questo caso i sòlidi

ai quali quei liquidi sono aderenti non hanno tempo nè possibilità di subire un cambiamento di volume corrispondente; ma per la loro flessibilità ed arrendevolezza si ripiègano sopra sè stessi, ovvero si tòrcono o s'incrèspano affinchè le molècole del liquido, senza staccarsi da loro, pòssano avvicinarsi quanto richiede l'intervenuta subitanea diminuzione di volume.

Per tal ragione, per esempio, si contràe la muscolatura, o s'increspa la vescica orinaria, ecc., ecc.

437. Gl'ingegnosi esperimenti dei nostri insigni fisici Matteucci e Marianini tenderèbbero a farci crèdere possa èssere l'elèttrico il flùido imponderàbile destinato negli animali a destare un simile gènere di movimenti. Col mezzo dei mùscoli recentemente tratti da un animale si pòssono costruire veri elettromotori voltiani, e per mezzo delle correnti elèttriche si pòssono suscitare nelle parti molli degli animali molti di quei movimenti che in esse sòglionsi produrre naturalmente in stato di vita.

Inoltre è riuscito al signor Du Bois Reymond di rèndere sensibile al galvanòmetro il movimento dell'elettricità che nell'uomo vivente si sùscita ogni qualvolta in esso avviene qualche contrazione di mùscoli (*).

Mèrita d'èssere letto quanto dice su questo importantissimo argomento il sig. Leon Foucault nel suo rendiconto dei lavori presentati all'Accademia delle Scienze di Parigi nelle sedute dei giorni 8 e 15 luglio 1850 (**).

(*) Bibl. Un. de Genève. *Bulletin scientifique.* Février 1850, pag. 148.
(**) *Feuilleton du Journal des Débats du 21 juillet* 1850.

Egli dopo aver reso il dèbito onore a Galvani, Nòbili e Matteucci, italiani tutti e tre, i quali entràrono pei primi in questo fecondo campo d'investigazioni, espone rapidamente i fatti principali scoperti e dimostrati dal sig. Du Bois Reymond, riassume le leggi a cui tali fatti sèmbrano necessariamente condurre, e in ùltimo conclude colle seguenti parole: « Infine il sig. Du Bois Reymond giunse » a dare l'espressione generale dello stato elèttrico nel » quale si costituiscono due dei principali tessuti dell'e- » conomia animale, il tessuto nervoso ed il tessuto mu- » scolare, ed a prevedere in un modo certo le variazioni » di questo stato elèttrico sotto l'azione di svariate in- » fluenze. Resta a sapere qual'è la vera càusa dello svi- » luppo di questa elettricità e rimane ancora a valutarsi » l'importanza della parte ch'essa sostiene nell'esercizio » delle funzioni dei nervi e dei mùscoli; se tali misteri » dèvono dissiparsi agli occhi della generazione attuale » non v'è alcun dubbio che gran parte dell'onore non » debba appartenere al signor Du Bois Reymond ».

Pertanto se l'imponderàbile del quale noi abbiam sempre discorso non fosse precisamente l'elèttrico, dovrebbe èssere un flùido etereo avente coll'elèttrico le più grandi analogie. Noi, lasciando indecisa la quistione della sua natura, gli daremo il nome di *flùido biòtico* già da varii fisiòlogi adottato.

438. La conclusione di tutte le esposte considerazioni si è che dappertutto ove noi vediamo effettuarsi dei movimenti nei sòlidi dei corpi vivi dobbiamo ricercarne la cagione nelle variazioni di volume che subiscono i liquidi

ad essi aderenti sia in virtù del loro plutonismo nell'atto della nutrizione, sia per l'influenza esercitata sopra di essi dal flùido biòtico.

A questo modo resta dimostrato che la natura, sempre coerente a sè stessa, tanto ne' minerali e ne' vegetàbili, quanto negli animali, ha confidato ai liquidi l'esercizio di tutte le più importanti funzioni della vita, e si serve de' sòlidi soltanto affinchè questi, per una specie di forza catalitica, stimolino i liquidi che sono ad essi in contatto a svòlgere il loro plutonismo, e a spiegare le attività vitali di cui vènnero provveduti. Ed anche allorquando noi vediamo che i liquidi sono posti in movimento dal movimento de' sòlidi, se noi andiamo un po' più avanti a ricercare la càusa che mette in movimento questi ùltimi, troviamo senz'altro ch'essa risiede costantemente nei liquidi. Sono sempre questi che movèndosi tràggono al moto i sòlidi i quali per conseguenza non si pòssono considerare che come passivi. Essi non sono che leve in balìa dei liquidi: egli è soltanto ne' liquidi che si ritrova il braccio che le adòpera, o la potenza che le mette in azione.

Molti altri argomenti che confèrmano una tal verità si troveranno esposti negli articoli seguenti.

Artìcolo III.

Caràtteri distintivi
della vita minerale, vegetàbile ed animale.

Difficoltà di segnare in un modo preciso e generale i caràtteri distintivi degli èsseri viventi secondo il regno della natura a cui appartèngono — Infruttuosi tentativi finora praticati per segnare gli esatti confini fra i vegetàbili e gli animali — Difficoltà che s'incòntrano nel segnare i confini tra la vita vegetàbile e la vita minerale — Qual'è la via da tenersi onde vincere le toccate difficoltà — I vegetàbili oltre al plutonio fondamentale possèdono varj plutonj secondarj da esso derivati — Negli èsseri del regno minerale non vi è alcun vestigio di plutonj secondarj — Negli animali non solo esistono i plutonj secondarj ma si esèrcitano ben anche continue azioni fra essi ed il plutonio fondamentale da cui tràssero origine — Esempj di vita vegetàbile o minerale innestata sulla vita animale — Possibilità astratta non però pràtica di riconòscere fin dal germe a qual gènere di vita dovrà dare origine il plutonio in esso contenuto.

439. Perchè abbiam detto e dimostrato che anche nel regno minerale si tròvano veri corpi viventi non se ne vorrà dedurre la conseguenza che questi in ogni loro fenòmeno dèbbano mostrarsi idèntici ai corpi viventi del regno vegetàbile od animale. Sarebbe così assurdo il confòndere la vita dei minerali con quella de' vegetàbili come il confòndere quest'ùltima vita con quella degli animali.

Tutti gli èsseri viventi a qualunque regno appartèngano hanno in comune il plutonismo de' liquidi nutritivi, fondamento ed essenza d'ogni specie di vita; ma ciascuno di essi differisce da tutti gli altri perchè non vi sono due plutonj originariamente idèntici, e la natura ha posto un'infinita varietà di modi secondo i quali i

diversi plutonj si svòlgono a produrre le innumerèvoli schiere dei corpi viventi. Non màncano differenze a farci distinguere gli uni dagli altri gli individui appartenenti ad una medèsima specie. Più considerèvoli differenze dividono le specie che appartèngono ad un medèsimo gènere; e le differenze vanno ancora rendèndosi più marcate e notàbili fra i diversi gèneri dello stesso òrdine, fra i diversi òrdini della medèsima classe, fra le diverse classi d'un medèsimo regno. Procedendo in siffatta guisa parrebbe che dovèssero riuscire assài fàcili ad afferrarsi e sommamente segnalati i caràtteri distintivi degli èsseri appartenenti ai tre regni diversi. E ciò sotto molti riguardi è anche vero, chè certo, per esempio, sono abbastanza pronunciate le differenze per cui si distinguono fra loro una montagna, una quercia e un elefante. Ma invece sotto altri riguardi gli èsseri dei tre regni vanno talmente avvicinàndosi che riesce assài malagèvole il trovare fra loro qualche differenza che possa ritenersi come veramente caratteristica e generale.

440. Sono conosciute le difficoltà contro le quali urtàrono tutti i naturalisti ne' tentativi che fècero allo scopo di segnare con precisione i limiti fra il regno animale e il regno vegetàbile.

Dapprima si disse che gli animali sono dotati della facoltà locomotiva e i vegetàbili no; ma più tardi si scoprirono molte specie di animali assolutamente fissi come la maggior parte delle piante, e invece alcune piante vaganti sulla superficie dell'acqua a somiglianza degli animali. Si assunse la sensibilità o la presenza di materia

nervosa come la proprietà caratteristica degli animali: però vi sono animali in cui non si è potuto riconòscere la mìnima traccia di tal qualità di materia, e per l'opposto alcuni naturalisti, fra i quali il Dutrochet, credèttero d'aver trovato in alcune piante i rudimenti di un vero sistema nervoso. Anche la sensibilità ci fornisce un caràttere molto incerto ed oscuro, imperocchè noi non possiamo valutarla fuorchè dai movimenti coi quali l'èssere che noi sottoponiamo ad esame risponde alle azioni pel cui mezzo si tenta di mètterla in giuoco; e si trovò che diverse piante a tali azioni rispòndono con movimenti assài più risentiti che non moltissimi animali.

Ricorderemo per ùltimo che dietro le anàlisi chìmiche si credette di poter asserire che il caràttere distintivo fra le sostanze animali e le vegetàbili veniva fornito dalla presenza o dalla mancanza dell'àzoto; ma questo caràttere vien posto in difetto dai grani delle graminacee e da molte altre sostanze vegetàbili che a somiglianza delle sostanze animali si tròvano abbondantissime di questo elemento.

441. Difficoltà di simil natura si presèntano anche ai confini tra la vita vegetàbile e la vita minerale. D'altronde in questo caso una grande riservatezza nel pronunciare un giudizio assoluto sui caràtteri distintivi delle due vite viene imposta da ciò che fino al presente non si hanno cognizioni dettagliate fuorchè sopra due specie di èsseri minerali, cioè le montagne ed i ghiacciài; epperò sovrasta sempre il pericolo che la scoperta di qualche nuova specie di viventi minerali venga a dimostrare la

insufficienza o la fallacia di quei caràtteri che ci potrèbbero sembrar veri nello stato così incompleto delle nostre attuali cognizioni.

Infatti avendo riguardo alle specie minerali fino ad ora conosciute, saremmo tentati di desùmere il caràttere che distingue la vita minerale dalle altre due vite da ciò che in queste ùltime, come tanto giustamente fece osservare il Duvernoy, esiste la nutrizione a due gradi, mentre invece nella prima la nutrizione si limita alla sèmplice incorporazione del liquido nutritivo preesistente. Le piante e gli animali nel mentre che si incòrporano una porzione del loro liquido nutritivo travàgliano a riparare al consumo dello stesso col fabbricarne una nuova quantità; il che è ciò che dicesi *nutrizione a due gradi;* mentre invece le montagne, crescendo e sviluppàndosi, consùmano senza riparo quella determinata quantità di liquido plutònico che trovàvasi anticipatamente apparecchiata pèr la loro formazione.

Ma noi vediamo che già nei ghiacciài, sebbene non si possa dire esistere la vera nutriziòne a due gradi, pure non è limitata la quantità di acqua plutònica di cui essi pòssono valersi, accorrèndone sempre della nuova alle loro radici. E chi ne assicura che qualche specie minerale ancora sconosciuta non possa possedere gli apparati necessarj a fabbricare da sè medèsima il proprio plutonio, e quindi èssere anch'essa suscettibile, come i vegetàbili e gli animali, della nutrizione a due gradi?

Pertanto nell'imperfezione delle nostre attuali cognizioni circa le proprietà comuni a tutti i viventi minerali,

ci resta preclusa ogni via per risòlvere in un modo pràtico e irrecusàbile la quistione che ci siamo proposta.

442. Sottoponendo per altro ad accurato esame l'idèa che noi ci siamo formata di ciò che deve èssere un minerale, un vegetàbile o un animale, e traendo partito da un concetto di cui tutti sentiamo la verità; cioè che la vita deve andar sempre più complicàndosi nel passaggio dai minerali ai vegetàbili e da questi agli animali, non riesce difficile il metter la mano su qualche caràttere che sembri dotato di tutti i voluti requisiti onde èssere accolto come il distintivo delle tre vite diverse. È vero che a questo modo non si pòssono offrire che congetture più o meno probàbili, le quali i fatti, che saranno col tempo scoperti, potranno confermare od anche smentire. Diremo in breve qual'è il caràttere che ci parve il più attendibile, e quali fùrono le considerazioni che ci servìrono di scorta a rintracciarlo.

Prenderemo principio dai vegetàbili che tèngono il mezzo della scala. Esaminando una pianta degli òrdini superiori, immediatamente siamo colpiti dalla varietà dei membri diversi che la costituiscono, e per non parlare che dei principalissimi e più evidenti ricorderemo come le foglie e i fiori e in questi i sèpali, i pètali, gli stami e i pistilli siano cose fra loro di apparenza affatto diversa. Però le foglie e i fiori èscono egualmente dal ramo, e i fiori più tardi si cambiano in semi o frutti.

443. Questo fatto manifestissimo ci comprova intanto una cosa, ed è che nei detti vegetàbili il plutonio fondamentale o primitivo, quello che scorre tutta la lunghezza

della pianta contenuto in appòsiti vasi, sia per virtù della forza catalitica del sòlido cui esso dà origine ed entro cui s'insinua, sia per l'influenza di agenti esteriori, può venire notabilmente modificato; e mentre senza queste modificazioni non fornirebbe che un prodotto sempre uniforme, a cagion delle stesse acquista attitùdine a fornirci quelle interessanti e variate produzioni di cui abbiamo discorso.

Nè la conversione del plutonio fondamentale o primitivo in *plutonj secondarj o derivati* si compie soltanto in quelle parti della pianta che più sono esposte alle azioni dell'aria e della luce, ma si effettua ben anche nelle parti più interne e più riposte; del che abbiamo testimonianza nella moltiplicità ed eterogeneità dei tessuti che si riscòntrano nel seno de' vegetàbili quasi dappertutto. Nel tronco medèsimo troviamo midollo, raggi midollari, epidèrmide, corteccia, libro, alburno e legno; troviamo cèllule, vasi e trachèe, e troviamo tante altre diversità, tra le quali, se alcuna non è che il sèmplice effetto della diversa età dell'òrgano che si considera, tutte le altre accènnano a vere trasformazioni del plutonio fondamentale in diversi plutonj secondarj.

Noi sentiamo che la notata eterogeneità delle parti deve appartenere non solo ai vegetàbili che pòrtano foglie e fiori visìbili, ma ben anche a tutti gli altri vegetàbili di qualunque sorta essi siano. Imperocchè all'idèa generale che noi comunemente ci siamo formata dei vegetàbili e delle diverse funzioni a cui dèvono soddisfare sarebbe manifestamente in opposizione la credenza che

essi potèssero in ogni loro parte èssere costituiti d'una massa interamente omogenea.

Pare pertanto che sia caràttere comune a tutti i vegetàbili il possedere oltre al plutonio fondamentale uno o più plutonj secondarj da esso derivati.

444. Invece negli èsseri del regno minerale tutte le funzioni vitali vèngono esercitate dal solo plutonio fondamentale il quale tròvasi dappertutto e in ogni època della vita pressochè idèntico a sè stesso; stantecchè le piccole differenze ch'ei può dimostrare nella quantità delle arie ch'esso contiene non gli conferiscono la proprietà di dare orìgine ad òrgani fra loro distinti. Il corpo del minerale si può dire omogeneo in tutta la sua massa; epperò la mancanza di plutonj secondarj si può ammèttere che caratterizzi così bene gli èsseri del regno minerale, come abbiam visto che la loro presenza serve a caratterizzare gli èsseri del regno vegetàbile.

La presenza di plutonj secondarj, come si è detto nell'articolo precedente e com'è naturale il pensare, non manca negli èsseri del regno animale. Si osserva per altro tra i vegetàbili e gli animali una notabilìssima differenza ne' rapporti che i plutonj secondarj mantèngono col plutonio fondamentale.

Nei vegetàbili il plutonio fondamentale altro non fa che prestare i materiali alla formazione de' plutonj secondarj, poi tra questi e quello si può dire che s'interrompe ogni relazione, e le funzioni vitali si esèrcitano tra i plutonj secondarj e le parti sòlide con cui dessi sono in contatto a presso a poco nel medèsimo modo e

colla stessa semplicità, come in altri luoghi del vegetàbile succede tra il plutonio fondamentale e le pareti sòlide dei vasi entro i quali esso si muove.

Per conseguenza ne' vegetàbili la vita si compie bensì per mezzo di varj plutonj diversi, ma ciascuno di essi lavora separatamente come se tutti gli altri non esistèssero, e tutta la loro vita si risolve ancora, come nei minerali, ad una determinata serie di azioni e reazioni esercitate tra un lìquido ed un sòlido che trae la sua origine da quello, e tròvasi dal medèsimo interamente penetrato.

445. Invece negli animali i plutonj secondarj, tosto che sono formati, reagiscono sul plutonio fondamentale da cui èbbero origine. Egli è in virtù di queste reazioni che il cuore, per esempio, stringèndosi ritmicamente, rimèscola il sangue e lo spinge con impeto a percòrrere la lunghezza di tutte le arterie: egli è per tali reazioni che il fègato lavora continuamente a fabbricar bile, e i reni travàgliano a separar dal sangue l'orina. Si presèntano nella vita animale fenòmeni affatto nuovi, e le ruote in questa màcchina sono più fortemente ingranate fra loro che non nella màcchina vegetàbile, e prodùcono movimenti più complicati.

La vita animale, oltre alle azioni e reazioni che si esèrcitano fra i liquidi plutònici e i sòlidi entro i quali questi si muòvono, consiste ben anche in una serie di azioni e reazioni che si esèrcitano fra il plutonio fondamentale e i diversi plutonj secondarj. E in questa specie di complicazione sembra propriamente èssere riposto ciò che

rialza la vita al grado di vita animale, ed abbiamo prove che in tutti gli animali, anche i più sèmplici, non manca mai di effettuarsi questo commercio di azioni vicendèvoli fra il plutonio fondamentale ed i plutonj secondarj.

446. E siamo così persuasi che in ciò debba consistere il segno caratteristico dell'animalità delle funzioni vitali, che quando la sua esistenza non si riconosce in qualche parte degli animali degli òrdini superiori, noi siamo abituati a considerare queste parti piuttosto come parassiti vegetàbili che non come corpi entro i quali si esèrciti alcuna funzione veramente animale.

Nei peli degli animali, per esempio, entra un liquido nutritivo il quale non esèrcita più alcuna azione sul plutonio fondamentale da cui derivò, ed è perciò che a noi i peli appariscono piuttosto come vegetàbili impiantati sul corpo degli animali che non come parti degli animali entro le quali si esèrciti qualche funzione veramente animale. Nella categoria dei peli si dèvono riporre le piume degli uccelli, gli aculei del riccio, e in generale le corna e le unghie, se pure quest'ùltime, per l'omogeneità della loro struttura e l'inalterata unicità del loro plutonio, non fòssero da tenersi in altra considerazione che di produzioni semplicemente minerali.

447. Questi tre modi diversi di svòlgersi del plutonio, per cui vèngono contrassegnate le vite minerale, vegetàbile ed animale, dipèndono da qualche sua intrinseca differenza originaria. Da ciò si vede la possibilità di giùngere a conòscere dall'esame del plutonio primitivo ovvero del germe qual sarà la natura dell'organismo a cui esso

darà origine. La possibilità esiste, ma siamo ancor lontani dall'averla potuta praticamente realizzare, sicchè fino al presente non siamo in grado di assegnare alcun caràttere generale distintivo tra il plutonio che darà origine ad un organismo minerale e quello che produrrà un organismo vegetàbile od animale.

Considerando i tre diversi gèneri di vita, allorchè questa è in azione, troviamo nel modo con cui si còmpiono i fenòmeni, oltre alla differenza veramente caratteristica di sopra notata, un nùmero assài grande di altre differenze; ma queste, non essendo essenziali e caratteristiche come quella, non sono come quella generali, e non si potrebbe stabilire dietro la loro considerazione alcuna règola che non patisse forti e numerose eccezioni.

Risulta dalle cose ora esposte che, finchè la vita si considera latente nel plutonio da cui deve uscir l'organismo, non è possibile l'assegnare alcuna differenza sensìbile generale fra la vita minerale, vegetàbile od animale. Nessuna funzione è per anco in esercizio, perlocchè possiam dire che nel plutonio esistono le condizioni che rendon possìbile la vita piuttosto che la vita medèsima, o, in altri tèrmini, che il plutonio è vitale ma non è vivo.

La vita in esso ha principio tosto ch'egli comincia a porsi in movimento entro l'inviluppo sòlido ch'esso medèsimo si è costruito, e immediatamente coi primi sintomi della vita si rèndono manifeste le notàbili differenze orgàniche che sèparano una vita dall'altra. Ma le differenze tra vita e vita meglio ancora risalteranno coll'esame ch'ora passiamo ad intraprèndere delle diverse funzioni vitali.

Articolo IV.

Nutrizione e movimenti ne' corpi vivi non dipendenti dal sistema nervoso.

Condizioni necessarie perchè la nutrizione possa aver luogo — Considerazioni circa la natura del flùido biòtico — Possibile omogeneità sostanziale di tutte le materie che sotto forme così svariate rièmpiono l'universo — Inettitùdine dell'ipòtesi dei materialisti alla spiegazione d'un fenòmeno qualunque — La spiegazione di tutti i fenòmeni dell'universo si può far risalire ad un movimento iniziale destàtosi nella sostanza eterea primitiva — Il male ed il dolore sono conseguenze necessarie della legge di movimento e di progresso a cui tutto ciò che esiste deve obbedire — Impotenza dell'umano intelletto a penetrare i misteri dell'infinito — Conclusioni circa la natura del flùido biòtico — Paragone tra i fenòmeni della nutrizione e quelli della galvano-piàstica — Movimenti destati nei corpi vivi senza l'intervento del sistema nervoso — Moti apparentemente spontanei di alcuni vegetàbili acotilèdoni — Càuse generali degli altri movimenti dei vegetàbili — Movimenti degli animali anàloghi a quelli dei vegetàbili — Movimenti esclusivamente proprii degli animali.

448. Deve còmpiersi ne' corpi vivi un movimento necessario e comune a tutti che è quello dei liquidi nutritivi, poi a norma della complicazione della vita o della diversa conformazione de' congegni che costituiscono il corpo vivo manifèstasi una quantità innumeràbile d'altri movimenti, necessarj soltanto condizionatamente, e comuni non a tutti ma solo a certe serie di èsseri più o meno numerose. La nutrizione istessa, funzione che appartiene indistintamente e necessariamente a tutti i viventi si compie attraverso ad una serie di movimenti più o meno complicati in corrispondenza della complicazione più o meno grande dei congegni che sèrvono alla loro produzione o trasmissione. Però quanto succede negli

èsseri degli òrdini inferiori si verifica del pari senza alcuna modificazione anche negli èsseri degli òrdini più elevati, se non che ciò che bastava pei primi non basta più per gli ùltimi, epperò in questi vi sono complicazioni che in quelli màncano.

Le condizioni necessarie per la nutrizione, come già si è visto, ridùconsi alla presenza d'un liquido plutònico e di una materia sòlida capace di esercitare su di esso una tal forza catalitica in virtù della quale una porzione del liquido si solidifica nel mentre che l'altra porzione dal plutonismo che va ridestàndosi è tenuta in continuo movimento.

449. All'agente etereo di questa forza catalitica noi abbiamo provvisoriamente conservato il nome di flùido biòtico (*V. n.*° 437, *pag.* 303), e ciò perchè pensiamo che l'attuale stato della scienza non ci permette di dichiarare con sicurezza se esso possa confòndersi con qualcuno de' tre flùidi eterei già conosciuti, ovvero sia un flùido affatto particolare e da loro diverso.

Negli èsseri minerali il flùido biòtico ci offre di sòlito l'aspetto di calòrico che si disperde; nei vegetàbili esèrcita la sua azione per modo che spesso saremmo tentati di attribuirla ad un'influenza della luce, e invece negli animali presenta molte volte i caràtteri del flùido elèttrico.

Però la luce e l'elèttrico pòssono modificare il plutonismo de' minerali: è noto che il calòrico e l'elèttrico esèrcitano la più grande influenza sul plutonismo dei vegetàbili, e che la luce e il calòrico sono tutt'altro che

indifferenti al regolare svolgimento del plutonismo degli animali.

Che cosa sarà adunque questo flùido biòtico il quale quando veste le apparenze d'uno dei tre flùidi eterei conosciuti dimostra di sentire fortemente le influenze esercitate dagli altri due?

La posizione occupata dal flùido biòtico rispetto ai tre flùidi eterei è affatto sìmile a quella occupata da ciascuno di questi rispetto agli altri due. Quando la quistione dei rapporti che questi hanno fra loro sarà risolta, sarà del pari pienamente risolta la quistione dei giusti rapporti che esistono fra il flùido biòtico e gli altri flùidi eterei.

Suppòngasi che si giunga a dimostrare completamente una proposizione che ora è già ammessa da molti, e verso la quale tèndono a condurci diversi ingegnosìssimi ritrovati del genio moderno, tra cui, per esempio, i lavori del nostro insigne Melloni, cioè che i tre flùidi eterei conosciuti non siano che modificazioni di una medèsima sostanza; allora non ci potrà più restare alcun dubbio che anche il flùido biòtico non sia che una sèmplice modificazione di quell'ùnica sostanza eterea che costituisce il calòrico, la luce e l'elèttrico.

450. E la mente umana istintivamente portata verso le teorie più sèmplici sente la possibilità che tutti i corpi diversi non siano che modificazioni di un'ùnica materia, e che tutti i flùidi eterei non siano che modificazioni d'un ètere solo; anzi spingèndosi ancora più innanzi vagheggia l'idèa che la materia comune abbia potuto trarre

la sua origine dall'ètere condensato; cosicchè se l'universo si disciogliesse nei suoi elementi primitivi dovesse interamente convertirsi in una sostanza eterea uniforme la quale si distenderebbe senza limiti ad occupare l'immensità dello spazio.

451. Non vorremmo che alcuno frantendesse il significato di questa proposizione e ne traesse argomento per giudicarci materialisti. I materialisti non riconòscono nell'universo altra esistenza fuorchè quella della materia; per essi i corpi sono estesi e impenetràbili in un modo assoluto e i flùidi eterei dèvono pure partecipare di queste due proprietà. Noi crediamo che con tale ipòtesi, se pure non si vògliono continuamente violare i principj che le sèrvono di fondamento, non sia possibile di dare una ragionèvole spiegazione nemmeno del fenòmeno il più insignificante. Se noi non respingiamo in un modo assoluto la possibilità che i corpi provèngano dall'ètere siamo però tanto alieni dall'ammettere la materialità delle sostanze eteree che, se fòssimo costretti a scègliere, preferiremmo di negare la materialità dei corpi. D'altronde se il corso delle idèe ci trasse nel labirinto di queste alte considerazioni, noi ci siamo limitati a toccare le quistioni nella sèmplice qualità di naturalisti esponendo le varie conseguenze a cui ci parve d'èssere guidati seguendo per ùnica scorta il solitario lume della nostra ragione.

452. Ammessa pertanto l'esistenza di questa sostanza eterea primitiva e dato che in essa avesse potuto destarsi un primo movimento, si sarebbe generato un gruppo di

fenòmeni, dai quali altri ed altri avrèbbero preso nascimento e questi, fecondàndosi per le reciproche loro influenze, avrèbbero potuto moltiplicarsi fino a quell'infinita varietà che costituisce l'universo attuale, dove le conseguenze del primo impulso si fanno tuttora sentire, cosicchè i fenòmeni succèdono ai fenòmeni, e tutto cangia e si trasmuta; d'onde si può conclùdere che l'universo dell'età venture, quantunque proveniente in diritta linea dall'universo attuale, non avrà più con esso alcuna rassomiglianza. Tutto è ancora nell'universo in istato di evoluzione: nulla di ciò che esiste ha tendenza a persistere nel suo stato attuale: il moto dòmina dappertutto, la quiete non si trova in nessun luogo.

Fece maraviglia quando si scoperse che la terra era in movimento, parendo troppo grande la sua massa e quasi inamissibile tanta velocità. Ora vi sono ragioni per crèdere che il sole, a petto a cui la terra è un àtomo, muòvasi anch'esso spiegando una velocità di 9 chilòmetri per minuto secondo, e che perfino le stelle, alcune delle quali sono immensamente più grandi che il sole, le stelle, che per tanti sècoli abbiam credute fisse nella volta del cielo, si spòstino invece continuamente, e due delle più splendenti, cioè Sirio ed Arturo siano assài più veloci che il sole, percorrendo la prima 24 chilòmetri ad ogni secondo, e l'altra 88 chilòmetri nel tempo medèsimo (*). Dove vanno? a che tèndono? che cosa cèrcano? tutto è ancora enigma e mistero; ciò solo che non si può mèttere

(*) *Bib. Un. de Genève*. Juin 1850, pag. 95.

in dubbio si è che la legge più generale di tutte le cose esistenti è una legge di movimento e di progresso.

453. La famiglia umana come tutte le altre parti dell'universo soggiace all'impero di questa legge, è sospinta a muòversi senza posa ed a cercare ciò che non ha. Di che dunque si lagna l'uomo quando non sèntesi perfettamente felice? tale stato a cui egli aspira è necessario che non esista per lui, perchè altrimenti, raggiunto ch'ei l'avesse, non vorrebbe più abbandonarlo; epperò sentirebbe il bisogno di arrestarsi interamente nel suo cammino, e di arrestare con lui tutto il movimento dell'universo, affinchè nulla a lui d'intorno si cambiasse, e la sua felicità non fosse turbata. L'uomo che si trova pròssimo a questo stato o sente l'amarezza della fugacità della sua gioja e allora è lontano dal considerarsi come perfettamente felice, od ha dimenticato questa legge fatale della sua natura ed allora quando rientra in sè stesso e pensa al bene perduto s'accorge che invece d'aver gustato una vera felicità avèa soggiaciuto ad una specie di ebbrezza o di delirio. Se all'uomo è interdetta un'assoluta felicità, dovrebbe per altro ogni individuo dell'umana famiglia adoperarsi vigorosamente perchè vi fosse tra la somma de' beni e quella de' mali la maggior differenza possìbile, ond'è ch'ei dovrebbe respingere costantemente ogni bene che non apportasse a lui maggiore vantaggio di quanto è il danno che gli altri ne soffrirèbbero s'ei lo accogliesse. Con ciò la condizione dell'uomo diventerebbe senza confronto migliore, e quantunque fosse ancora costretto ad appressare le labbra al càlice dei mali e delle

sventure non più potrebbe crèdere d'èssere necessariamente condannato per la sua natura medèsima a non incontrare nel suo cammino che privazioni e patimenti.

Per l'uomo vi sono gioje e dolori che si altèrnano con perenne vicenda, finchè nel medèsimo istante cèssano colla morte e le une e gli altri. Che se noi sapèssimo sempre, come il natural sentimento vorrebbe, moltiplicarci per quanto è possìbile le soddisfazioni di soccòrrere agli altrùi infortunj, e ci abituàssimo a godere sinceramente delle altrùi fortune, non avremmo diritto di querelarci della nostra sorte, che la bilancia trabocchcrebbe più spesso dalla parte delle gioje che non da quella delle amarezze. Ed anche ai più combattuti dalla fortuna non sarebbe difficile il riuscire a portar sempre la fronte serena, solchè volèssero alquanto riflèttere alla grandezza di ciò che è fuori di loro ed alla comparativa loro nullità: chi è penetrato dal sentimento di questa verità conosce la poca importanza dell'esistere o del non esistere, dell'èssere portato all'àpice delle fortune o gittato nell'abisso delle miserie; così non è indifferente alle vicende che il tòccano ma le guarda dall'alto e può dominarle serbando in ogni caso la convenèvole misura, non eccedendo nella gioja, nè mai lasciàndosi abbàttere dalle traversie.

Queste màssime antiche quanto l'uomo, volgarissime e trite, non sono mai ripetute ed inculcate abbastanza.

Così abbiam visto come la necessità del male e del dolore è contenuta nella legge suprema del movimento, la quale è la ragione prima di tutti i fenòmeni e dòmina dal punto più elevato dell'universo tutte le cose esistenti.

454. Più in là non si può risalire nè mai si scoprirà il come, il quando, il perchè siasi comunicato all'ètere quel primo impulso che risvegliò la materia all'azione, al movimento, alla vita. Che anzi chiunque conosca èsservi un limite che l'umana intelligenza non potrà mai trascèndere, e sappia che alcune cose noi travediamo le quali resteranno sempre incomprese, ed ammetta che non tutto nell'universo possa èssere misurato col sòlito metro, si asterrà dal porre in campo quistioni di tal natura. Perchè noi abbiamo principio e fine non ne consegue che ogni cosa debba èssere necessariamente rinchiusa fra questi due limiti: sono tanto frequenti gli esempj del contrario che crediamo poterci dispensare dal citarne qualcuno; ed ogni volta che noi siamo alle prese coll'infinito, tutto diventa mistero incomprensìbile, la nostra mente deve piegarsi e confessare la sua impotenza.

Esaminando il complesso de' fenòmeni che si àgitano nell'universo attuale e additando la fòrmola più sèmplice della loro origine comune, fòrmola che potesse dar qualche ragione dei numerosi rapporti con cui noi li troviamo tutti così strettamente fra loro legati, abbiamo inteso di accennare una verità possìbile ma non un fatto che siasi in qualche tempo realizzato. Se noi spingèssimo il guardo nell'avvenire, e discendendo di fenòmeno in fenòmeno non volèssimo arrestarci che là dove la serie è troncata, e tutta la materia avesse finalmente raggiunto uno stato d'immutàbile stabilità, è certo che l'ala del pensiero non potrebbe règgere a sì gran volo, e in noi si formerebbe la più completa persuasione che la serie dei fenòmeni

deve prolungarsi al di là d'ogni tempo immaginàbile senza alcuna interruzione e senza alcun fine.

E se ciò è, come non si può dubitare, perchè nella scala dei fenòmeni dovremmo noi crèderci più lontani dal fine che dal principio? perchè se la stessa distèndesi senza alcun lìmite in una direzione dovrà trovarsi limitata nella direzione contraria? Epperò si conclude che l'universo, quale ei si affaccia alla nostra immaginazione, come non ha lìmiti nello spazio così non può averne nel tempo, e che come sarà sempre il complesso d'innumerèvoli fenòmeni per tutto il tempo avvenire, così lo è sempre stato per tutto il tempo trascorso, e così ci si presenta sotto gli occhi nel tempo attuale. L'universo procede continuamente ma non si scosta mai dal suo principio come non si avvicina al suo fine; salendo di fenòmeno in fenòmeno ci troveremo sempre ugualmente lontani dal fenòmeno primo come seguendo i fenòmeni nella loro serie discendente non potremo mai avvicinarci a quel tale che potesse considerarsi per l'ùltimo di tutti.

455. Ma è tempo che discendiamo da queste alture metafisiche, e che ritorniamo all'argomento del flùido biòtico da cui ci siamo quasi senza avvedèrcene forse un po' troppo dilungati. Il flùido biòtico adunque somiglia al calòrico, alla luce, all'elèttrico, veste qualche volta l'apparenza di qualcuno di essi, ed è assài sensìbile alle influenze esercitate da essi sopra di lui. Com'è probàbile che tutte le sostanze eteree non siano che modificazioni di un ètere solo, così anche il flùido biòtico potrebbe aver comune l'essenza cogli altri flùidi eterei; però finchè

questa quistione non sarà risolta completamente noi continueremo a considerare il flùido biòtico siccome cosa distinta dagli altri tre flùidi, in quella guisa istessa che ad onta dei molti rapporti che manifèstano fra loro, e delle influenze che reciprocamente esèrcitano gli uni sugli altri, calòrico, luce ed elèttrico non si sògliono fra loro confòndere e continuano ad èssere considerati come tre flùidi distinti. Pertanto come a definir questi si ricorre alle loro proprietà principali, così diremo che la proprietà fondamentale e caratteristica del flùido biòtico si è quella di promòvere la regolare consolidazione de' liquidi plutònici, conferendo ai sòlidi o alle materie estranee che vèngono con essi a contatto la forza catalitica a ciò necessaria.

456. La nutrizione dei corpi vivi è il primo risultato dell'azione di questa forza catalitica sui liquidi plutònici. Un'immàgine fedele del fenòmeno dell'assimilazione ci vien prestata dalla galvano-plàstica. Immergendo in una soluzione di solfato di rame una lastra di questo metallo percorsa da una dèbole corrente elèttrica, laddove il sòlido tròvasi a contatto del liquido, l'elettricità òbbliga questo a rivestir quello a proprie spese di un inviluppo di rame continuamente accrescèntesi. Ivi l'azione d'una forza catalitica è manifesta; dei due corpi a contatto il sòlido non patisce alcuna mutazione mentre il liquido invece va senza posa modificàndosi per cèdere al sòlido il rame ch'esso teneva in dissoluzione. Il rame a questo modo va aumentando di massa e si potrebbe quasi dire ch'esso va assimilàndosi il liquido che gli viene a contatto.

È bensì da notarsi che nell'assimilazione operata dai corpi viventi avviene spesso che un idèntico liquido serva a nutrire molte parti sòlide affatto diverse fra loro e possa a ciascuna di esse assimilarsi: in tal modo, per esempio, negli animali degli òrdini superiori vediamo il sangue convertirsi con uguale facilità nella materia dei mùscoli o in quella dei nervi, alimentare i tèndini, le cartilàgini, formare le ossa, assùmere, novello proteo, mille forme diverse: però questo caso non àltera la giustezza del paragone or ora istituito, mentre anch'esso si può considerare siccome il complesso di varj fenòmeni di galvano-plàstica strettamente fra loro avviluppati. Supposto che a far depositare varj metalli dalle loro diverse soluzioni occorrèssero correnti elèttriche di determinata energìa, è certo che varie lastre dei detti metalli si potrèbbero congiùngere fra loro mediante fili di cui le dimensioni fòssero calcolate per modo che una stessa corrente elèttrica invadendo successivamente tutte le lastre arrivasse a ciascuna di esse dotata appunto della energìa necessaria a far sì che precisamente il metallo idèntico ad essa, da una soluzione che tutti li contenesse, avesse a precipitarsi sopra di lei. Vedremmo allora in una catena composta di diversi metalli e bagnata da un ùnico liquido depositarsi il rame sul rame, l'argento sull'argento e tutte le parti crèscere coll'uguale facilità estraendo dal lìquido nominato e appropriàndosi precisamente quel tal metallo di cui esse medèsime sono formate. Se l'arte non ha per anco potuto realizzare un congegno di galvano-plàstica così complicato, pare che

vi sia riuscita la natura, e ne abbia tratto partito nello stabilire il meccanismo della nutrizione per tutti gli èsseri vivi, non eccettuati gli animali i più complicati. La sentenza del cèlebre Dumas che « il sangue debba considerarsi come una dissoluzione sàtura di tutti i materiali sòlidi dell'economia animale (*) » presta alla nostra opinione il più autorèvole appoggio che mai si potesse desiderare.

Il movimento che dèstasi in virtù della nutrizione nel plutonio de' minerali vivi finora conosciuti venne già preso in considerazione ed accuratamente descritto: all'esame degli anàloghi movimenti nei plutonj vegetàbili ed animali dedicheremo tra poco alcuni articoli appòsiti.

457. Ora vogliamo dir qualche parola sovra i movimenti di alcune parti sòlide i quali pare che si effèttuino nei corpi vivi in conseguenza del modo con cui in essi si còmpiono le funzioni di nutrizione, respirazione e traspirazione; e in generale pei movimenti di flùido biòtico che senza posa succèdono attraverso a tutti i loro varj tessuti.

Negli èsseri minerali finora conosciuti questa specie di movimenti manca interamente: tali movimenti forniscono quasi la misura della moltiplicità dei rapporti che lègano l'èssere vivo col mondo esteriore. Ora è noto che gli èsseri minerali non hanno col mondo esteriore che rapporti assài limitati e puramente passivi: d'altronde questi movimenti sono in essi impossìbili per la rigidezza

(*) *Traité de Chimie appliquée aux arts*, Paris, Tom. VIII, § 4443, pag. 465.

delle parti di cui sono costituiti, e la mancanza della flessibilità e tenuità necessarie.

Le cose procèdono affatto diversamente negli organismi vegetàbili. Le molècole che vanno organizzàndosi, dovendo produrre apparecchi destinati a un doppio ufficio, si distribuiscono nel loro interno in un modo molto meno omogeneo che non nell'interno dei minerali, e ne risulta eterogeneità di tessuti, moltiplicità di plutonj e varietà di òrgani.

I rapporti degli organismi vegetàbili col mondo esterno sono continui e necessarii. Lo stato del terreno in cui il vegetàbile è piantato, il grado di umidità dell'aria, la costituzione di questa, la temperatura, l'esposizione alla luce, i cambiamenti nell'elettricità sono tutte càuse che fanno sentire fortemente la loro influenza sull'andamento delle funzioni vegetàbili. D'altronde è chiaro che, dovendo il vegetàbile elaborare i proprii succhi nutritivi con elementi ch'esso assorbe dall'esterno, ei deve trovarsi in una continua e necessaria dipendenza dagli agenti che lo circòndano, e tutte le modificazioni che in questi accàdono dèvono reagire sopra di lui; con che si dèstano appunto varj movimenti che mèritano di fissare per qualche tempo la nostra attenzione.

458. Gli anteridii e le sporangie dei vegetàbili acotilèdoni emèttono dei piccoli corpi variamente conformati i quali, col soccorso di cigli vibràtili di cui sono provveduti, eseguiscono nell'acqua dei singolari movimenti, simili talmente a quelli di molti animali infusorii che varii insigni naturalisti non èbbero difficoltà di chiamar questi

corpi col nome di animali, e di supporre che più tardi, quando cèssano i movimenti ed essi comìnciano a svilupparsi, si convèrtano in vegetàbili. Ecco in qual modo si fa menzione di questo fenòmeno nella Botànica del chiaro sig. Adriano De Jussieu, § 499, *pag.* 372.

« In queste (le Alghe) cioè ne' più sèmplici fra i » vegetàbili, si constatò recentemente un fenòmeno assài » notàbile, e anàlogo a quello che noi abbiam già se- » gnalato negli anteridii, cioè il movimento di cui le » spòrule sono dotate ad una certa època della loro esi- » stenza, quella che segue immediatamente la loro uscita » dall'otricella-madre. Questi movimenti sono affatto pa- » ragonàbili a quelli degli animali detti infusorj, ed ul- » timamente si scoperse che si eseguiscono col mezzo di » òrgani simili, di cigli vibràtili, ossia tenui fili partenti » da una parte del corpo e agitàntisi nell'acqua a guisa » di natatoje. Questa facoltà di locomozione è passaggera; » ben presto il moto cessa, la spòrula passa dalla vita » animale alla vegetàbile, ed è allora ch'essa può comin- » ciare a germogliare ».

Avuto riguardo alla struttura di quei filamenti contràttili si può crèdere che i movimenti delle spòrule siano la natural conseguenza dell'assorbimento d'acqua che per esse si effettua e della loro nutrizione. I cigli, facendo ufficio di radici, assòrbono acqua, questa nell'interno convertita in plutonio dilàtasi fortemente nell'atto della nutrizione; tutta la spòrula si distende, e i cigli per tal distensione si drizzano vivamente contro le sue pareti; un istante dopo, l'espansione cessa, la spòrula

diventa floscia ed avvizzita, i cigli ricàdono nella lor posizione di prima dalla quale si allontànano tosto ancora, inturgidèndosi per nuovo assorbimento d'acqua e nuova nutrizione; e così di sèguito, alternativamente contraèndosi e distendèndosi con grande rapidità, fanno muòvere continuamente la spòrula. Però collo svilupparsi di questo corpicello anche i cigli si fanno più grossi e più rigidi; la contrattilità diminuisce, rallèntasi il movimento, e dopo breve tempo cessa interamente.

Se i detti movimenti provèngono realmente dalla càusa ad essi assegnata, essendo la conseguenza di funzioni puramente vegetàbili, che tali sono la nutrizione, l'assorbimento e l'elaborazione dei succhi nutritivi, non siamo autorizzati a confòndere le spòrule cogli èsseri animali. È marcatìssima la somiglianza dei movimenti delle spòrule con quelli eseguiti da certi animali infusorj per mezzo dei loro cigli vibràtili; e forse dèbbonsi considerare come anàloghe le càuse dei due gèneri di movimento. Se ciò è, come è assài probàbile, ne seguirebbe che a spiegare gli strani movimenti di quelli infusorj non sarebbe necessario il ricòrrere all'influenza di qualche funzione superiore alle vegetàbili od essenzialmente animale.

459. Molti altri movimenti nei vegetàbili riconòscono la loro origine dalle azioni moltiplici esercitate dagli agenti esterni sulle arie o vapori posti in giuoco dalla pianta nelle sue funzioni di traspirazione o di respirazione, e dalle arie o dai vapori trasmesse ai liquidi plutònici da cui emànano.

L'aggrapparsi o l'attorcigliarsi de' fusti di alcune piante ai sostegni che tròvansi a loro portata, lo spontaneo ricondursi alla loro natural posizione delle foglie rovesciate, la simpatia mostrata dall' *Hedyzanum girans* pel sole da lui seguito in tutto il suo corso, il chiùdersi delle fogliolinc nelle piante a foglie composte allorchè vèngano percosse o stimolate in un modo insòlito da un agente qualsivoglia, tutti i fenòmeni del sonno delle piante ed altri moltissimi pòssono, almeno in gran parte, ricèvere la loro spiegazione dietro considerazioni anàloghe a quelle esposte di sopra.

Nei vegetàbili tròvansi spesso òrgani, come sono le foglie, ove una piccola quantità di materia è distesa per modo da presentare all'influenza degli agenti esteriori larghissime superficì; ed attivissime per mezzo di esse còmpionsi le funzioni della traspirazione e della respirazione. I movimenti del plutonio succèdono con inalteràbile regolarità entro i ricettàcoli sòlidi del vegetàbile, finchè le due funzioni accennate pòssono liberamente effettuarsi. Ma ogni cambiamento che avvenga nella quantità, qualità o direzione delle sostanze traspirate o respirate produce immediatamente un' alterazione nella quantità, velocità o direzione del liquido plutònico istesso. Ora la qualità e quantità delle sostanze traspirate o respirate, non che la direzione da esse tenuta, è in strettissima dipendenza colle modificazioni che avvèngono nel mondo esteriore. Sappiamo, per esempio, che la presenza della luce fa invertire senz'altro il fenòmeno della respirazione, cosicchè le foglie le quali nell'oscurità assòrbono

ossigeno ed esàlano gas àcido carbònico, quando sono esposte alla luce, assòrbono invece gas àcido carbònico ed esàlano ossigeno.

La traspirazione è anch'essa modificata dalla luce, dal calòrico e dall'umidità dell'aria atmosfèrica; entrambe le funzioni dèvono risentirsi per la vicinanza d'un corpo straniero qualunque, per l'urto dell'aria e pel ràpido o lento cambiarsi della stessa a contatto della superficie vegetàbile ove le dette funzioni si còmpiono.

460. Non è però a crèdersi che le forze interne le quali vàlgono a porre in movimento ora una parte del vegetàbile ed ora l'altra non pòssano ridestarsi sotto l'influenza degli agenti esteriori fuorchè per l'intermezzo delle ricordate funzioni. È certo che il flùido biòtico attraverso a tutti i tessuti del vegetàbile si trova in continuo movimento, e questo può èssere modificato così per la presenza de' corpi esteriori come per le influenze degli altri flùidi imponderàbili, e da ciò segue che la forza catalitica destinata a mèttere in azione il plutonismo de' liquidi nutritivi varia continuamente d'energìa, e che i plutonj secondarj più impressionàbili sono soggetti a cambiare frequentemente e rapidamente il loro volume. Tra i molti fenòmeni dei quali non è possibile il dare una spiegazione soddisfacente senza ricòrrere all'ùltimo de' modi ora menzionati noi ci accontenteremo di citare quelli che ci vèngono offerti dalla *sensitiva*, dalla *dionèa* e dal *lupinello oscillante*.

Per quanto spetta all'altro modo è chiaro che ad ogni alterazione nel plutonismo de' liquidi nutritivi dovrebbe

destarsi qualche movimento in tutte quelle parti del vegetàbile le quali sono tenute distese per l'afflusso continuo e per l'espansione dei lìquidi stessi.

Le foglie tròvansi in questo caso, e così pure i sèpali e i pètali dei fiori. Siccome poi quelle parti, specialmente quando hanno pedùncolo e sono articolate, sèmbrano espressamente organizzate per prestarsi al moto in conseguenza ben anche di piccole forze, così non è alcuna maraviglia se tanto frequenti troviamo i casi di movimenti indotti nelle foglie od in altre parti dei vegetàbili dall'influenza degli agenti esteriori.

461. Movimenti di questo gènere non dèvono mancare negli animali, poichè in questi non màncano le due funzioni della respirazione e della traspirazione che sono il mezzo più comune per cui si prodùcono. D'altronde i plutonj animali sono anch'essi sensibilissimi a tutte quelle azioni che vàlgono a modificare i plutonj vegetàbili. Con tutto ciò tali movimenti provocati da un commercio diretto di azioni fra il plutonio e il mondo esteriore si crèdono più frequenti nei vegetàbili che negli animali, perchè in questi, anche quando accàdono, pàssano spesso inosservati restando, si può dire, assorbiti tra i movimenti d'un altro gènere che in essi hanno luogo quasi continuamente, sotto l'influenza di azioni particolari dette *azioni nervose.*

Articolo V.

Sistema nervoso e fenòmeni che da esso dipèndono.

Condizioni generali perchè ne' corpi vivi pòssano destarsi de' movimenti pronti ed arditi — Ufficio primitivo del sistema nervoso — Conducibilità dei nervi pel flùido biòtico — I centri nervosi si dèvono considerare come grandi serbatòi di flùido biòtico — Il sistema nervoso è un mezzo efficacissimo di comunicazione fra l'animale e il mondo esteriore — Fenòmeni della sensibilità. — Memoria — Immaginazione — Intelletto — Distinzione delle immàgini e delle sensazioni secondo l'origine loro — Idèe — Divisione delle idèe in acquisite, intrinseche e miste — Amore ed avversione — Scopo e progresso dell'incivilimento — Motilità — Mùscoli — Movimenti orgànici — Centralizzazione della funzione esercitata dal flùido biòtico — Diversi modi di comportarsi del flùido biòtico nella produzione dei movimenti orgànici — Distinzione de' movimenti prodotti dalle azioni cerebrali in automàtici e volontarj. — Che intèndasi per volontà — Diversa estensione della volontà in relazione col diverso sviluppo del sistema nervoso — La potenza della volontà non è illimitata — Energia diversa della volontà — Origine della forza di volontà. — Rapporti tra la forza di volontà e le altre forze che agiscono sull'individuo. — La volontà è diretta dall'intelligenza — Libertà delle azioni — Òrgani specialmente destinati negli animali a servire di stromento all'esercizio della volontà — Da che proviene la grande superiorità dell'uomo rispetto agli altri animali — Varie parti integranti del sistema nervoso — Apparato nervoso orgànico — Apparato sensitivo — Apparato motore — Apparato volitivo e intellettuale — Comunicazioni materiali fra queste diverse frazioni del sistema nervoso — La separazione degli òrgani intellettuali quale venne dai frenòlogi immaginata è in contraddizione coi fatti — Colloquj tenuti in sogno con persone da noi immaginate — Anche i fenòmeni presentati da questi sogni sono in opposizione colle dottrine frenològiche — Visioni in istato di veglia — Magnetismo animale — Importanza delle ricerche di magnetismo animale — Per quali nodi la vita orgànica e la vita nervosa siano legate fra loro e dentro quali limiti pòssano apparire indipendenti.

462. Perchè possa aver luogo in una parte qualsivoglia d'un èssere vivo un movimento pronto ed ardito è prima d'ogni cosa necessario ch'essa sia organizzata in modo tale che le sia possìbile di prestarsi a un simil

gènere di movimenti. Bisognerà intanto che dov'essa confina colle parti che rèstano immòbili non sia impedita la flessione o meglio esista quella parziale soluzione di continuità che appèllasi *articolazione*. Farà d'uopo inoltre che in essa abbondi qualcuno di quei plutonj secondarj i quali ad ogni ràpido movimento del flùido biòtico che contèngono sono soggetti a cambiare di volume in un modo notàbile e subitaneo.

Varj fatti ci dimòstrano che il flùido biòtico negli òrgani molli così costituiti può èssere posto in movimento da ogni lieve cagione. Il contatto d'un corpo estraneo, la púntura d'un ago, un soffio d'aria, una scintilla elèttrica, un raggio di luce bàstano qualche volta a produr tale effetto, ed è in questi casi appunto che noi abbiamo campo di meravigliarci della prontezza con cui certe parti dei corpi vivi danno segno per mezzo di particolari movimenti di sentire l'influenza di tutto ciò che accade a loro d'intorno.

Tra i vegetàbili, per esempio, la *mimosa pudica* e la *dionæa muscipula* ci forniscono manifestìssime prove di questa squisita impressionabilità. La prima appena toccata chiude le foglie e piega il ramo, le foglie della seconda si stringono ad imprigionare gl'insetti che ardirono succhiarne gli umori. Qualche goccia di sangue, una corrente elèttrica, una sèmplice puntura bàstano ad eccitare le contrazioni in un cuore che sia stato da poco tempo estratto dal corpo dell'animale a cui apparteneva.

463. Però nelle parti degli animali suscettìbili di un simil gènere di movimenti, la natura a provocarli, quando

esse tròvinsi nel loro stato normale, sèrvesi assài spesso d'un congegno speciale che manca nei vegetàbili e nei minerali, e che porta il nome di *sistema nervoso.*

Non è cosa fàcile il dare una giusta definizione del sistema nervoso, ma è indubitàbile che il primo ufficio a cui è destinato laddove comincia appena ad apparire è appunto quello di scuòtere il flùido biòtico ne' plutonj secondarj degli òrgani molli entro cui mette radice, ed eccitarli in questo modo ad una ràpida contrazione; e un tale ufficio gli appartiene ugualmente anche negli èsseri degli òrdini superiori ove esso acquista la sua màssima complicazione.

464. Riconosciuto che i nervi possèdono in modo distinto questa singolare facoltà di costringere al movimento il flùido biòtico degli òrgani in cui mèttono capo è naturale il pensare ch'essi pòssano riuscirvi per la ragione che il detto flùido trova lungo i medèsimi un facilissimo passaggio, cosicchè egli è specialmente per mezzo di loro ch'ei può discèndere in copia ad invàdere gli òrgani, ovvero, percorrendo la medèsima strada in senso contrario, può dagli òrgani prontamente ritirarsi.

Da tali considerazioni siamo tratti a conclùdere che i nervi dèvonsi avere in conto di òttimi conduttori del flùido biòtico. E noi crediamo ch'essi siano organizzati per modo da potere con tutta facilità spogliarsi del flùido biòtico sovrabbondante versàndolo all'esterno cioè fuori dal corpo dell'animale, ovvero provvedèrsene in caso di bisogno e introdurlo nel corpo dell'animale assorbèndolo dall'esterno.

465. Inoltre i grandi centri di materia nervosa verso i quali dirigonsi i nervi provenienti da tutte quante le parti dell'animale si pòssono considerare come immensi serbatòi di flùido biòtico, capaci di ricoverare temporaneamente tutto quello che vi accorre dalle diverse parti del corpo, o di fornire ad esse tutto quello di cui avèssero bisogno; riservàndosi poi a ricomporsi nello stato primitivo e normale di equilibrio col versar fuori od aspirar dall'esterno tutto quel flùido biòtico che fosse a ciò necessario.

466. Vediamo pertanto che il sistema nervoso non è soltanto uno stromento valèvole a destare nelle diverse parti dell'animale moltiplici movimenti; ma è anche il mezzo più efficace per cui l'animale è tenuto in continua comunicazione con ciò che succede al di fuori, è come un ponte gittato fra l'individuo e l'universo.

467. Considerato il sistema nervoso sotto quest'ùltimo punto di vista noi lo vediamo diventar la sede di fenòmeni sommamente maravigliosi e fino ad ora ribelli ad ogni tentativo di spiegazione.

468. Dobbiamo al sistema nervoso se l'èssere animale per mezzo di due piccole aperture praticate nell'ordinario inviluppo che ravvolge il suo corpo, può aver comunicazione con corpi lontanissimi e fino con quelli che brillando nella volta del cielo sèmbrano sègnare i confini dell'universo. La luce, divorando lo spazio con una velocità quasi favolosa, trova l'occhio e vi pènetra e stampa sul fondo della rètina il messaggio che i corpi da cui proviene l'avèvano incaricata di apportare.

Le onde dell'aria scossa dal suono si fràngono contro una membrana distesa all'apertura degli orecchi, e di là si propàgano un po' più in dentro, finchè si estinguono contro una polpa molle di cui sono ripieni i meati del labirinto e le spire d'un osso che per la sua forma porta il nome di chiòcciola.

Noi ci accontenteremo di studiare brevemente questi due casi i quali pòssono servire di norma per tutti gli altri.

Colla scorta delle fisiche dottrine ci è possibile di tracciar la via della luce e del suono dal luogo di loro origine fino al punto in cui percuòtono la superficie del corpo dell'animale: anzi possiamo tener dietro al loro cammino qualche poco più avanti, e seguirli per breve tratto anche nell'interno del corpo dell'animale. Così noi sappiamo come siano obbligati a piegare i raggi di luce che attravèrsano le membrane e gli umori dell'occhio, e siamo in grado di dar ragione dei diversi fenòmeni che si accùmulano incalzàndosi nell'àttimo impiegato dalla luce ad attraversare il bulbo dell'òrgano della visione. Giunta la luce sul fondo dell'occhio, imprime sulla rètina l'immàgine del corpo da cui provenne; ma qui il suo cammino resta troncato: la rètina è una membrana affatto opaca, ed è per la luce una porta chiusa, una barriera insuperàbile.

Alla rètina dove tèrmina il cammino della luce, nella polpa nervosa del labirinto dove si spèngono le onde sonore, finisce anche la pretensione dei fisici di dar spiegazione dei fenòmeni della visione e dell'audizione; ma, a

dire il vero, fin qui tali fenòmeni non hanno ancora avuto che il primo principio, ossia non fu soddisfatto che ad una delle condizioni necessarie affinchè gli stessi pòssano aver luogo: la luce e il suono prodùssero sulla rètina e sulla polpa del labirinto quella particolare modificazione che chiàmasi impressione. Fatte l'impressioni si tratterebbe di sapere com'esse pòssano cangiarsi in sensazioni e venire dall'animale percepite. Finchè tutto ciò non sarà conosciuto i fenòmeni in discorso non si potranno dire spiegati. Per altro nessuno è ancora in grado di definire che cosa debba intèndersi per sensazione, e quindi per ora ci è tolta affatto la speranza d'intravvedere qualche modo valèvole a dar ragione del meccànismo col quale le sensazioni prodùconsi. Il Magendie anzi apertamente dichiara che « il congettùrare ciò che succede nell'interno » del sistema nervoso, mentre noi proviamo una sensa- » zione, è un tentativo superiore allo spirito umano (*) ».

469. Ad onta di sì scoraggiante sentenza molti vigorosi intelletti fècero scopo delle loro meditazioni lo scabroso problema, e se non si può dire che i loro sforzi siano stati coronati da un pieno successo, pure arrivàrono a stabilire alcuni dati i quali sono preziosi, se non altro, siccome segni di ricognizione marcati sulla via che dovrà èssere percorsa da chiunque tenterà di accostarsi al difficile scopo.

È intanto ammesso da tutti che non si pòssono aver sensazioni fuorchè per mezzo del sistema nervoso: fu

(*) *Précis de physiologie, etc.* Pag. 213.

inoltre dimostrato ch'egli è soltanto ne' grandi centri nervosi ove le sensazioni pòssono prodursi; e si conosce pei lavori di Magendie e a Carlo Bell che i nervi i quali sèrvono alla sensibilità sono diversi da quelli che sèrvono alla produzione dei movimenti.

Alcune conseguenze interessanti si pòssono già ricavare da questi sèmplici dati; e noi cercheremo di svilupparle facèndone l'applicazione al caso della visione e dell'audizione.

Se le sensazioni non si fòrmano fuorchè nei centri nervosi e non si prodùcono se non che coll'intermezzo dei nervi, osservando che i nervi òttici ed acùstici metton capo al cervello ne concluderemo ch'egli è appunto in questo viscere ove le dette sensazioni vèngono elaborate.

Nella rètina il nervo òttico e nella polpa molle dell'interno dell'orecchio il nervo acùstico spàndono numerosissime radici: la presenza della luce sulla rètina, gli scuotimenti delle onde sonore sulla polpa nominata hanno la facoltà d'imprimere movimenti particolari al flùido biòtico contenuto in questi òrgani, e tali movimenti si propàgano per mezzo del flùido biòtico dei nervi corrispondenti fino al cervello.

470. Che cosa succeda nel flùido biòtico del cervello e fors'anche nella sostanza midollare per cui l'animale resta modificato in tal guisa da provare ciò che dicesi una sensazione è avvolto fino ad ora da una completa oscurità. Vi è però di certo che quella tal modificazione cui corrisponde la sensazione lascia tracce durèvoli, cosicchè la sensazione persiste anche allontanato l'oggetto

che l'ha prodotta, e quando scorso un certo tempo si direbbe interamente cancellata, la vediamo ripetutamente riprodursi altrettanto vivace come nel primo istante in cui si formò: proprietà preziosissima la quale è il fondamento di quella facoltà che è conosciuta sotto il nome di *memoria*.

471. E non solo nel flùido biòtico del cervello si pòssono riprodurre movimenti quali già vi fùrono ridestati dall'influenza esercitata sovr'esso dagli oggetti esterni, vale a dire, non solo le immàgini di questi ritòrnano a formarsi; ma si fòrmano ben anche immàgini affatto nuove le quali dimòstrano qualche volta notàbili differenze con tutte quelle che tràssero dall'esterno l'origine loro. A quest'altra facoltà che si esèrcita nel cervello dell'animale non meno preziosa e miràbile della memoria si dà il nome d'*immaginazione*.

472. Ma passando di mistero in mistero e da una maraviglia in altra maraviglia maggiore ricorderemo che nel cervello dell'uomo si esèrcitano facoltà d'un òrdine ancora più elevato, facoltà che gli màrcano in fronte quel caràttere di superiorità per cui di tanto sovrasta a tutti gli altri animali. Queste parole, come s'intende, riferisconsi alle facoltà dell'intelligenza, le quali pòssono nell'uomo raggiùngere uno sviluppo veramente straordinario; mentre negli altri animali, anche i più perfetti, non si manifèstano fuorchè in uno stato affatto rudimentale.

473. Ma prima d'intraprèndere, così com'è possìbile nell'imperfezione delle nostre cognizioni, una breve storia

dei fenòmeni intellettuali cerchiamo di preparàrcene i materiali ricapitolando e completando ciò che risguarda la formazione delle immàgini e la sorgente delle sensazioni.

474. Le sensazioni vàriano all'infinito e corrispòndono al nùmero illimitato d'immàgini che si pòssono formare nel nostro cervello. Però le immàgini si làsciano a norma della loro provenienza assài bene classificare in gruppi determinati, ed alla classificazione delle immàgini tien dietro di pari passo la classificazione delle sensazioni.

Vi sono immàgini che èntrano in copia nel nostro cervello per mezzo della vista, altre per mezzo dell'udito o degli altri sensi: a questo modo possiamo distinguere altrettante specie d'immàgini quanti sono i sensi diversi che sèrvono ad esse di veicolo per penetrare nel nostro cervello. Che se noi faremo un gènere solo di tutte quante le immàgini che tràggono l'origine loro dal mondo esterno, saremo condotti a dividere in tre gèneri diversi il complesso di tutte le immàgini possibili, cioè:

1.° Quelle di cui abbiamo parlato e che tràggono l'origine loro dal mondo esterno.

2.° Quelle che tràggono l'origine loro dalle azioni esercitate per mezzo dei nervi sul nostro cervello dalle diverse parti costituenti il nostro corpo medèsimo.

3.° Quelle che noi possiamo formare nel nostro cervello per un'azione intrinseca dello stesso cervello.

Nei primi due casi il cervello funziona unicamente come uno specchio destinato a rappresentarci fedelmente ciò che succede fuori di noi o nell'interno del nostro corpo, nel terzo caso invece non si accontenta più di

copiare, ma spiega un'attività sua propria e fornisce dei prodotti veramente originarj od indigeni.

475. A formarsi un'idèa distinta di una data immàgine bisogna poterla confrontare colle altre; ed è indubitàbile che nel nostro cervello esiste tutto ciò che è necessario affinchè un tal confronto si possa effettuare. Egli è dal paragone delle diverse immàgini che nàscono le prime idèe, ovvero le idèe fondamentali. Confrontando poi fra loro le idèe provenienti dall'esame delle diverse immàgini isolate noi arriviamo a formare le idèe generali; e stabiliti una volta alcuni rapporti fondamentali che sempre esistono fra determinati gruppi di idèe, noi acquistiamo la facoltà di salire da una data idèa a quelle più generali che la comprèndono, ovvero da queste discèndere alle idèe particolari in esse comprese, o finalmente scòrrere da un'idèa all'altra dello stesso òrdine, paragonarle fra loro, pronunciare dei giudizj e infine pensare e ragionare.

476. Le idèe che si fòndano sovra immàgini provenienti dal mondo esterno od anche da qualche parte del nostro corpo si dìcono *acquisite:* quelle invece che provèngono da immàgini elaborate per l'azione propria del cervello sòglionsi chiamare *idèe innate.* Veramente sarebbe più proprio il chiamarle *idèe native*, o *indigene*, o *intrìnseche*, mentre, a dir vero, tali idèe non nàscono con noi, ma si vanno svolgendo assài tardi, non mai prima che il cervello abbia imparato a produrre immàgini del terzo gènere, e qualche volta dopo aver già fatta ampia messe di idèe acquisite.

Vi sono poi idèe miste, cioè tali idèe che non si pòssono considerare nè come interamente acquisite, nè come interamente native: esse partècipano d'entrambe le nature e provèngono dal confronto delle immàgini indigene con quelle d'origine esterna, ovvero sono idèe native modificate dall'influenza delle idèe acquisite o viceversa.

477. Così abbiamo brevemente descritta una metà della vita nervosa quella di cui le azioni prèndono l'origine da tutti i punti dell'universo e si dirìgono tutte convergendo verso la parte più attiva del sistema nervoso dell'individuo. Nel commercio che l'individuo esèrcita col mondo esterno non abbiamo tenuto conto finora che dell'*avere:* finora non abbiamo considerato l'individuo che come un centro di assorbimento; è tempo che passiamo a considerarlo ben anche come un centro di emanazione, e che teniamo conto del come reagisce o di quanto ei deve *dare.*

478. Abbiam visto che nelle immàgini le quali si fòrmano nel cervello o spontaneamente o per le azioni del mondo esteriore è riposta la prima radice di tutte le sensazioni e d'ogni idèa. Ora l'uomo è naturalmente portato a rispòndere con amore a tutto ciò che risveglia in lui immàgini in perfetta armonìa col suo stato fìsico per cui il suo benèssere aumenti, immàgini che sono per lui sorgente di sensazioni piacèvoli e d'idèe gradite; e per contrario prova avversione per tutto ciò che desta in lui immàgini non armonizzanti collo stato del suo cervello, cosicchè il suo benèssere diminuisca. Egli ama più

d'ogni altra cosa sè stesso, poi gl'individui che compòngono la sua famiglia; poi l'amore si espande facilmente sovra individui a lui estranei ma appartenenti alla sua nazione od anche soltanto alla sua specie, si estende ben anche sopra i viventi delle specie inferiori, e può diffòndersi sopra un oggetto esistente qualsivoglia. Fortunatamente il sentimento opposto si esèrcita molto più parcamente e quasi in via di eccezione. Però anche l'avversione cade assài più frequentemente sopra i nostri simili che non sopra un altro oggetto qualunque. Felice quell'uomo a cui questo sentimento rimane sconosciuto!

L'amore è il vincolo che annoda l'uomo all'universo: l'amore è una legge suprema come lo è l'attrazione. I casi in cui due corpi ravvicinati si respingono non distrùggono la legge dell'attrazione ma la confèrmano e così noi crediamo che anche i casi ne' quali l'uomo sente avversione pe' suoi simili, quando si potranno completamente spiegare, non daranno una mentita alla legge dell'amore universale ma invece serviranno a maggiormente convalidarla.

479. Tutti gli sforzi dell'incivilimento fùrono sempre diretti a fare che l'uomo intendesse meglio questa legge e vi si conformasse con estensione sempre crescente.

Avrà forse potuto esistere sulla nostra terra un periodo di tanta barbarie in cui l'uomo perfettamente egoista concentrasse in sè medèsimo tutte le sue affezioni, e fosse avverso o indifferente a tutti gli altri èsseri della sua specie? Siccome pare una legge che in qualunque grado anche avvanzatissimo di civiltà si tròvino in via di

eccezione alcuni individui che rappresèntino tutte le gradazioni delle civiltà anteriori, così si può crèdere che l'infimo grado di civiltà corrispondesse a quello stadio nel quale la gran pluralità degli uòmini limitava l'amore agli èsseri componenti la propria famiglia. Crescendo la civiltà diventò legge l'amore verso tutti gl'individui componenti la tribù, i quali potèvansi considerare come provenienti da un ceppo comune. Più tardi il dovere si estese sopra tutti gli individui parlanti la stessa lingua ed associati in una sola nazione. La civiltà antica pare che non oltrepassasse questi confini, il che non le impedì di produrre frutti rigogliosi, e noi siamo ancora in ammirazione delle òpere gigantesche compiute dal genio delle nazioni orientali, e più tardi dalla civiltà greca e latina.

Era serbato al Cristianèsimo di tògliere le barriere che separàvano nazione da nazione, e di comandare all'uomo l'amore di tutta l'umanità. L'avvenimento di questa religione segnò un'època di vero progresso, anzi di tanto progresso che dopo diciotto sècoli non abbiamo ancora percorso che i primi passi dell'immenso cammino da essa aperto. A procèdere più rapidamente si oppose la qualità istessa dell' umana natura la quale aspira bensì ad un progresso indefinito ma in realtà non può progredire che lentamente e per via d'innumerèvoli oscillazioni: vi si oppòsero con mille artificj le caste privilegiate le quali, minacciate dal cristianèsimo nella loro esistenza, fècero ogni sforzo per falsarne il concetto e soffocarne lo spirito in un mare di sìmboli insignificanti, di fòrmole strane, inintelligìbili, di pràtiche egoistiche ed odiose: vi si oppòsero

l'ignoranza e i pregiudizj; pure egli è certo che lo spirito del male non prevalerà [49] e il cristianèsimo finirà col trionfare completamente. Quando il cristianèsimo avrà raggiunto il suo scopo, quando gli uòmini tutti come già annunciava l'apòstolo Paolo: « si ameranno vicendevol-
» mente con amore fraterno, e ciascuno godrà delle altrùi
» gioje e piangerà delle altrùi afflizioni, confondendo in-
» sieme le sensazioni, come se tutti fòssero membri d'un
» corpo solo [50], » allora si potrà dire: la legge dell'amore è adempita, l'uomo ha salito il primo gradino della scala ch'ei deve percòrrere: allora soltanto potrà intravvedere da lontano un altro scopo più sublime verso il quale esso tenderà con tutte le forze delle generazioni succedèntisi, ed entrerà definitivamente nel secondo grande periodo a noi affatto ignoto della sua esistenza.

Quando l'uomo amerà gli altri uòmini sarà in pace con tutto l'universo ed è perciò che al compimento della fase di civiltà entro la quale esso è entrato fin dal suo primo apparire su questa terra noi crediamo che la legge cristiana non abbia bisogno di alcuna ampliazione.

480. Ma l'uomo non è soltanto capace di corrispòndere alle azioni esercitate sopra di lui dagli oggetti esterni con uno stèrile sentimento di amore o di avversione; esso è anche dotato dei mezzi necessarii a tradurre in

(49) Portæ inferi non prævalebunt. - MATTH. *Cap.* XVI, 18.

(50) 10. Charitatem fraternitatis invicem diligentes. 15. Gaudere cum gaudentibus flere cum flentibus. 16. Idipsum invicem sentientes. 6. Singuli autem alter alterius membra.

Epistola PAULI *ad Romanos. Cap.* XII.

atti esterni i sentimenti ch'ei prova dentro di sè, avvicinàndosi a ciò che desìdera, fuggendo da ciò che teme, e conformando le sue diverse azioni alla varietà de' suoi sentimenti. Così quando ha fame non solo sèntesi spinto verso le sostanze che potrèbbero servirgli di nutrimento, ma può ben anche porre in movimento tutto il suo corpo onde mèttersi alla portata d'impadronirsene e di appropriàrsele.

L'attività che l'uomo spiega nell'obbedire per quanto può alle esigenze de' suoi sentimenti, attività ch'esso possiede in comunione colla maggior parte ed anzi colla totalità degli altri animali ridùcesi sempre, senza eccezione, a qualche specie di movimento.

481. Gli òrgani specialmente destinati alla produzione di tal gènere di movimenti pòrtano il nome di *mùscoli*.

I mùscoli sono òrgani molli; l'elemento dei mùscoli, ovvero la fibra è un filo sòlido che s'increspa per la ràpida diminuzione di volume del plutonio secondario di cui è imbevuto. In un mùscolo vi sono numerosissime fibre contenute in appòsite guaine, ma distribuite per modo che quando tutte si contràggono, le forze dèboli spiegate da ciascuna di esse si sòmmano fra loro a produrre delle forze considerèvoli. Le estremità dei mùscoli sono in generale saldate alle ossa od immediatamente o mediatamente per mezzo di robusti cordoni flessibili denominati *tèndini*. Inoltre nella maggior parte dei casi fra le due ossa a cui mette capo il mùscolo colle sue estremità esiste un'articolazione. In conseguenza di tal disposizione intèndesi facilmente come, contraèndosi il mùscolo,

debba uno degli ossi, per avvicinarsi all'altro, girare sull'articolazione; epperò si metta in movimento insieme coll'osso tutta quella parte dell'animale che è dal medèsimo portata.

La grande moltitùdine di movimenti che l'animale può eseguire nelle sue parti dipende dalla moltitùdine delle combinazioni possibili nell'associare fra loro le contrazioni dei diversi mùscoli.

Quale poi sia la càusa pròssima delle contrazioni muscolari non può restare dubbioso quando si consideri che non v'è mùscolo alcuno entro il quale non pènetrino le radici di qualche nervo.

Le fibre muscolari, come fècero osservare Prévost e Dumas, allorchè il mùscolo si contràe non diminuiscono di lunghezza: i mùscoli durante la contrazione, come venne dimostrato dal nostro Barzelotti (81) con una ingegnosissima esperienza non càngiano di volume.

Tra i fatti interessanti rilevati dai signori Prévost e Dumas è da notarsi che le fibre muscolari s'inflèttono sempre in certi punti determinati i quali non vàriano e sono quelli dove le fibre sono attraversate in direzione ad esse normale dai filamenti nervosi.

Intanto è fuori di quistione che la càusa pròssima delle contrazioni muscolari è un'azione nervosa, cioè consiste in un movimento di flùido biòtico il quale si compie appunto lungo la via segnata dai nervi.

(81) Il Barzelotti era professore d'istituzioni chirùrgiche nell'università di Siena, allorchè nel 1766 pubblicò la memoria che contiene la descrizione dell'esperienza citata.

Che cosa poi detèrmini nei nervi questo movimento di flùido biòtico il quale pròvoca le contrazioni è una quistione che va trattata secondo i casi speciali in due maniere diverse.

482. Vi sono dei movimenti muscolari ed altri movimenti di natura anàloga i quali si còmpiono nel corpo degli animali inavvertitamente e in un modo necessario; tali sono tutti i movimenti che presièdono all'esercizio delle funzioni orgàniche fondamentali. La nutrizione, la circolazione, la respirazione, ecc., si còmpiono assài bene nei vegetàbili ed in parte anche nei minerali senza alcun bisogno del sistema nervoso; ed è molto incerto se in alcuni animali degli òrdini inferiori esista qualche cosa che possa ritenersi il rappresentante di un vero sistema nervoso.

In tutti questi èsseri i movimenti orgànici necessarj al mantenimento della vita sono prodotti dal flùido biòtico che dovunque in essi lavora dove i sòlidi vèngono a contatto coi lìquidi; ma negli animali appena un po' più complicati, dove il sistema nervoso comincia a manifestarsi, oltre al modo genèrico ora accennato, il flùido biòtico lavora nell'interno dell'animale anche in un modo speciale, seguendo ne' suoi movimenti le direzioni tracciate dai filamenti nervosi.

483. Avviene per questa funzione della vita come per le funzioni della circolazione e della respirazione: nei minerali il liquido nutritivo non si può dire propriamente che circoli; ma senza che vi siano appòsiti vasi a segnare la direzione de' suoi movimenti, esso è in

movimento dappertutto: nei vegetàbili e negli animali questo modo di contenersi dei liquidi nutritivi persiste ancora nell'interno di tutti i parenchimi; ma a guidare il liquido ne' parenchimi suddetti esistono vasi particolari, ed una specie di vera circolazione comincia ad apparire. Più in alto i vasi si moltiplicano; il liquido nutritivo li percorre in tutta la loro lunghezza senza quasi servire alla nutrizione, si muove in essi rapidamente, regolarmente, e mòstrasi soggetto a leggi alquanto diverse da quelle ch'ei segue quando versàtosi nei parenchimi serve all'esercizio della funzione a cui è destinato: col perfezionarsi dell'apparato vascolare, trovàndosi aperte al liquido nutritivo, diffuso in tutte le parti del corpo, ampie e libere comunicazioni si dice che la circolazione è centralizzata.

La respirazione si eseguisce nei vegetàbili e negli animali degli òrdini inferiori attraverso ai pori di estesissime superfici e porta il nome di respirazione cutanea. Poi vediamo comparire alcune piccole aperture in nùmero limitato destinate a lasciare entrar l'aria in canali detti *trachèe*, ove la respirazione si compie in un modo speciale: la respirazione cutanea non cessa per altro di effettuarsi. Più in alto ancora l'aria non pènetra nell'animale per vie particolari se non che per recarsi a due determinati òrgani detti *branchie* o *polmoni* dove la revivificazione del liquido nutritivo ovvero la respirazione si compie quasi in totalità. Coll'apparizione degli òrgani speciali destinati all'esercizio di questa funzione si dice che la respirazione è centralizzata.

Ora il sistema nervoso, considerato come il mezzo destinato a produrre i movimenti orgànici, è l'òrgano nel quale tròvasi centralizzata la funzione esercitata dal flùido biòtico.

484. Il flùido biòtico muòvesi lungo questi nervi ora in un modo continuo come in quelli che presièdono al lavoro del fègato nel fabbricar la bile od a quello dei reni nell'estrar l'orina dal sangue; ora invece non scorre in essi che ad intervalli più o meno lunghi, determinati dal rinnovarsi periòdico di certe date circostanze. Di questa natura è il movimento del flùido biòtico nei nervi che mèttono in contrazione i mùscoli respiratorj, o in quelli che sèrvono a regolare le contrazioni del cuore, e a dirigere i movimenti del tubo digestivo.

Le azioni di tutti i nervi ora considerati sono in necessaria dipendenza dallo stato degli òrgani a cui mèttono capo.

485. Invece vi sono altri nervi l'attività de' quali è posta in giuoco non già per l'influenza degli òrgani che essi sono destinati a mèttere in movimento, ma bensì per azioni particolari esercitate sovra il flùido biòtico dal cervello col quale tutti i nervi tròvansi in comunicazione.

I movimenti che si dèstano nelle diverse parti del nostro corpo in virtù di azioni puramente cerebrali, quando non sono avvertiti diconsi *automàtici*, quando invece ne abbiamo anticipatamente la cognizione, diconsi *volontarj*.

La gran maggioranza de' movimenti muscolari appartiene a quest'ùltimo caso.

486. Ora per formarci una qualche idèa di ciò che dobbiamo intèndere per quell'interna potenza a cui si dà il nome di volontà, sarà bene che ne intraprendiamo lo studio partendo da quei fenòmeni ne'quali cominciano appena ad apparire i primi segni della sua esistenza.

Allorchè noi toccando le foglie d'una sensitiva vediamo che sempre si avvicinano e si chiùdono siamo portati a pensare che questa specie di movimento, destàtosi in quella pianta, sia la conseguenza necessaria dell'atto che noi abbiamo praticato sovr'essa, e quantunque non sappiamo determinare con sicurezza i rapporti che esistono fra l'atto da noi praticato e il movimento col quale essa vi risponde, pure restiam fermi nel crèdere che le càuse dell'accennato movimento risièdono interamente fuori della pianta la quale ad esso non si presta fuorchè in un modo affatto passivo. Ma che cosa penseremmo noi, se toccando sempre la sensitiva nel medèsimo modo, ora la vedèssimo chiùdere le foglie ora invece maggiormente aprirle, qualche volta rimanersi immòbile, qualche altra volta rialzare soltanto alcune foglioline ed altre no, e in somma cambiare continuamente il modo con cui essa risponde ad una medèsima azione? Dall'osservazione di questi svariati movimenti saremmo indotti intanto a conclùdere che la pianticella non restò sempre nelle medèsime condizioni durante il tempo nel quale s'istituì sovra di lei tutta la serie degli accennati esperimenti; mentre fintanto ch'essa rimane idèntica a sè stessa egli è certo che ad una determinata azione risponderà sempre nel medèsimo modo. E quando noi ci

fòssimo bene accertati che nessuna circostanza esterna ha variato, ovvero che la variazione delle circostanze esterne non può avere esercitato alcuna influenza sensibile sul modo di comportarsi della pianta che venne toccata; allora potremmo con ragione sospettare che le mutate condizioni della pianta provenissero da modificazioni accadute nel suo interno le quali si fòssero compiute per l'influenza esercitata sovr'essa da circostanze antiche, anteriori a quelle che dominàrono durante l'intero periodo degli esperimenti.

Che se infine vedèssimo la pianta in virtù dei mutamenti che in essa avvèngono, indipendentemente da tutte le esterne circostanze alle quali tròvasi esposta, muòversi da sè medèsima in varj modi, senza aver bisogno perciò di uno stìmolo esterno qualunque, noi saremmo tratti a riconòscere nell'interno della supposta pianta l'esistenza di una forza misteriosa, operante capricciosamente senza alcun riguardo a ciò che succede al di fuori; insomma saremmo condotti ad ammèttere che la pianta potesse comportarsi a suo piacimento, e possedesse essa pure una specie di volontà.

Tutti i detti fenòmeni che abbiamo gratuitamente attribuiti ad una pianta, e che nelle piante non si verificano, succèdono invece assài frequentemente negli animali.

Questa forza singolarissima capace di produrre effetti impreveduti i quali sono apparentemente indipendenti da ogni càusa esteriore, e che realmente non si lègano a queste che per via di rapporti lontani ed indiretti, questa forza cui si dà il nome di *volontà* ha sede

anch'essa nel sistema nervoso: ed è perciò che noi vediamo la volontà dilatare tanto più il suo dominio e spiegare una maggiore energia quanto più il sistema nervoso va facèndosi complicato e perfetto.

487. Quegli animali ove non si scoprirono tracce di sistema nervoso, non ci presèntano alcun segno dal quale si possa arguire ch'essi eseguìscano qualche azione che non sia la conseguenza diretta e necessaria di esteriori influenze; epperò non troviamo in essi traccia alcuna di volontà. Tra questi animali ed una sensitiva le differenze sono assài piccole; mentre la maggiore mobilità dei primi si può assài bene spiegare, supponèndoli composti di plutonj secondarj maggiormente contràttili.

Ma se noi saliamo da questi animali a quelli in cui il sistema nervoso è assài sviluppato, com'è in tutti i vertebrati e specialmente nell'uomo, noi troviamo che la volontà prende tanta parte nel dirigere le loro azioni che siamo quasi tratti a considerare come eccezioni quelle che interamente si sottràggono al suo dominio. E veramente in questi animali l'impero della volontà è vastissimo e maraviglioso.

Si può anzi crèdere che anche alla soddisfazione del bisogno più urgente e più indispensàbile dell'animale, quello dell'alimentazione, sia necessario il consentimento della sua volontà. La presenza degli alimenti per un animale affamato è uno stimolo potentissimo che lo invita ad appropriàrseli: generalmente esso cede, tanto più che la volontà quasi sempre si associa all'istinto invece di combàtterlo.

488. E nessuno vorrà ammèttere illimitata la potenza della volontà, cosicchè non vi siano càuse esteriori capaci di trascinare irresistibilmente l'animale a certe azioni sebbene siano dalla sua volontà combattute.

Perciò, per esempio, noi crediamo un prodigioso sforzo della volontà dell'uomo, quasi incredibile se non si fosse qualche volta avverato, di lasciarsi morire di fame piuttosto che toccare ad alimenti ch'èrano a sua portata: e crediamo che al disotto dell'uomo non si trovi forse animale alcuno dotato di così enèrgica volontà da poter fare altrettanto. Lo stesso leone di Àndrocle che diede ai feroci romani congregati nel circo una sì commovente lezione di umanità, se fosse stàto posto alla durissima prova, avrebbe ei fino agli estremi rispettato il suo benefattore?

489. Però anche nella specie umana la volontà spiega energia ben diversa a norma dei diversi individùi, nè sempre si può dire che segua nel suo sviluppo la scala istessa dell'intelligenza. La volontà enèrgica è propria di quegli uòmini che diconsi di caràttere forte, che hanno molta fermezza, desiderano il comando e spesso l'ottèngono e sono irremovibili nelle loro risoluzioni. Gli uòmini irresoluti, di caràttere dèbole, facilmente pieghèvoli sotto l'influenza delle esterne circostanze, èbbero in sorte una scarsa forza di volontà; e dal fanciullo che si lascia trascinare da tutte le impressioni che gli arrivano dall'esterno, e che cede quasi sempre ai comandi che gli vèngono dati, fino a Muzio Scèvola che tiene ferma sul fuoco la propria mano onde punirla d'aver mancato il

colpo diretto contro l'invasore della sua patria, vi è un infinito nùmero di gradazioni nella forza di volontà.

490. Egli è specialmente in virtù di questa forza che ciascun individuo umano si può considerare come la sede di una potente attività. I flùidi eterei irradiando nello spazio, e passando di corpo in còrpo vi sùscitano le diverse forze che prodùcono tutti i fenòmeni dell'universo. Ora il flùido biòtico agendo sopra una determinata parte del nostro sistema nervoso, risveglia in noi quella forza che dicesi volontà, e che presiede all'esecuzione di tutti quei movimenti o quelle azioni le quali appunto per la loro dipendenza dalla volontà pòrtano il nome di volontarie.

491. La volontà si comporta a guisa di ogni altra forza: tosto ch'essa è destata tende a produrre un determinato lavoro in un modo indipendente da tutte le forze e da tutte le circostanze esteriori; ma invece nella produzione effettiva del lavoro ch'essa vorrebbe compire, deve necessariamente tener conto dell'effetto di tutte le circostanze esterne e delle altre forze che òperano sopra di lei: ora queste pòssono èssere tali da agevolarle la via alla produzione dell'effetto a cui essa tende, e in questo caso l'effetto accennato indubitabilmente si ottiene; ovvero pòssono èssere tali da contrariarla, di permètterle soltanto di ottenere una porzione dell'effetto a cui aspira, od anche d'impedire interamente ch'essa possa ottenerlo, e perfino di far che risùltino effetti affatto contrarj a quelli da essa desiderati. Ciò significa che la potenza della volontà è limitata; ma ciò non toglie che la volontà non debba èssere considerata come una vera

potenza. S'essa non può sempre dominare gli eventi contrarj, però non cede mai senza resìstere, e senza protestare in qualche modo a favore della sua indipendenza.

Che la forza della volontà, quando si tratta di tradurla in azioni, debba èssere limitata dall'influenza di altre forze o delle circostanze esteriori è cosa per sè stessa manifesta. Chi si trova in prigione di sòlito ha la volontà di èssere libero, ma la forza della sua volontà si frange contro la rigidezza de' catenacci o la solidità delle pareti; nè chi volesse seguire il volo delle ròndini potrebbe riuscirvi stante il peso del suo corpo e la mancanza dell'ali.

492. Le càuse lontane che mettono in azione la volontà sono esterne od interne; la càusa pròssima si può ritenere che sia sempre un atto intellettuale. Infatti quando una càusa qualunque èccita l'animale ad una determinata azione al compimento della quale l'intelligenza non prende parte, l'azione viene collocata fra gli atti automàtici e non fra gli atti volontarj.

Il lungo digiuno desta il bisogno di nutrirsi, e vedendo i cibi si prova la volontà di impossessàrsene: gli atti che noi facciamo per arrivare a questo scopo si chiàmano volontarj, perchè si suppone ch'essi siano diretti dalla cognizione che noi abbiamo che col mezzo di quei cibi possiamo soddisfare ad un bisogno urgente, epperò far cessare la sensazione molesta che ei ci procura.

Invece quando vediamo il bambino avvicinar la bocca alla mammella della madre e succhiarne il latte, noi diciamo ch'esso fa quest'azione per solo istinto ovvero

automaticamente, perchè non potendo supporre ch'essa sia suggerita da qualche atto intellettuale rifiutiamo nel tempo istesso di crèdere all'intervento della volontà.

493. Egli è perciò che le azioni si dicono tantò più libere quanto più sono soggette all'impero della volontà, o per meglio dire, quanto più la volontà è dominata dall'intelligenza. Così, per esempio, non è a dubitarsi che l'uomo nelle sue azioni sia più libero di qualunque altro animale, e che tra gli uòmini sia tanto più esteso il campo in cui si esèrcita la volontà, quanto è più grande l'intelligenza nell'individuo che si prende a considerare. Se non è vero che l'uomo nel determinarsi a qualche azione possa fare una completa astrazione da tutte le càuse esterne che òperano od hanno operato sopra di lui; mentre, se non si vuol cadere nell'assurdo di crèdere alla possibilità di effetti non determinati da càusa alcuna, siamo tratti a pensare che quando in due diverse riprese l'uomo si trovasse esattamente nelle idèntiche circostanze così esterne come interne non potrebbe appigliarsi a due diversi partiti, ma dovrebbe infallibilmente ripètere nel secondo caso quanto già aveva fatto nel primo; se dunque non è vero che l'uomo sia àrbitro assoluto delle sue azioni, e possa determinarsi ad operare in una completa indipendenza da tutto il mondo esteriore, si può del pari dichiarare erronea l'opinione di coloro che nègano all'uomo ogni specie di libertà, ritenèndolo come un automa di cui i fili che lo fanno operare mèttono capo nei varj oggetti esteriori che noi riconosciamo capaci di esercitare sopra di lui un'influenza qualunque.

Gli oggetti esteriori esèrcitano sull'uomo moltiplici influenze, ma non sono queste che direttamente costringano l'uomo ad operare in un modo piuttosto che nell'altro. Le azioni dell'uomo sono generalmente dirette da una forza attivissima che ha la sua sede nel suo interno, e che è gran parte della sua essenza medèsima: questa forza dicesi volontà; essa non soggiace direttamente all'influenza delle circostanze esterne ma invece dipende dall'intelligenza la quale è un'altra forza che anch'essa ha sede nell'interno dell'uomo, e che costituisce la sua parte migliore; e questa intelligenza trae i materiali dei suoi lavori tanto delle sensazioni che nel cervello provèngono dall'esterno quanto da quelle che vèngono elaborate nel suo interno; cosicchè infine le azioni dell'uomo non dipèndono dalle influenze esercitate sopra di lui dal mondo esteriore se non che per una sola porzione, non direttamente, non immediatamente; ma invece attraverso alla trafila di due forze interne che ne modificano gli effetti, combinàndole fra loro in modi svariatissimi, e associàndole a quelle che tràssero l'origine loro nell'òrgano istesso ove esse hanno la sede.

L'uomo pertanto non è schiavo del mondo esteriore: ei lo sarebbe se le influenze esercitate sopra di lui dal mondo esteriore potèssero in un modo diretto ed immediato costringerlo ad operare, e realmente laddove esse vi rièscono noi riconosciamo che l'uomo non è libero, e che le sue azioni sono puramente automàtiche; ma in generale le influenze esterne non provòcano immediatamente le azioni dell'uomo, il quale ne tiene bensì conto,

ma non obbedisce che alla sua volontà, forza interna messa in movimento da qualche atto dell'intelligenza che è anch'essa una forza interna.

È bensì vero che gli atti dell'intelligenza se noi volèssimo risalire alle loro più remote sorgenti li vedremmo determinati in ùltima anàlisi da càuse esterne lontane; ma egli è appunto perchè queste càuse esterne sono lontanissime che noi abbiamo perduto il filo e il sentimento della loro influenza, e che non sentiamo più la catena che in modo indiretto e lontano ci vincola al mondo esteriore. Del resto che questo nodo esista necessariamente non v'è alcuno che possa negarlo, ed è appunto ad esso che noi dobbiamo se l'educazione può esercitare tanta influenza a far sì che la corrente delle azioni dell'uomo prenda piuttosto l'una che l'altra via.

La libertà dell'uomo non è adunque nè assoluta, nè illimitata: essa per altro esiste; e l'uomo stante la sua elevata intelligenza è senza alcun dubbio l'èssere libero per eccellenza; e noi siamo lieti di poter ripètere colle parole dell'Italiano vivente: « La libertà vive eterna nel- » l'individuo; nè può immolarsi senza spègnere con essa » la moralità degli atti e la responsabilità degli agenti ».

L'uomo da lontano ed in massa è interamente dominato dal mondo esterno, ma esso gode di una propria attività in virtù della quale può reagire, e nei casi speciali arriva non solo ad emanciparsi dalle influenze dell'esterne circostanze, ma può ben anche ordinarle, modificarle, dirigerle a suo piacimento; cosicchè si può dire, considerando la cosa in dettaglio e davvicino, ch'egli è

al mondo esteriore cui tocca d'obbedire alla potenza dell'uomo. Infine l'uomo è legato ad una catena che si muove e lo trascina con sè; ma per tutta la lunghezza della catena esso è pienamente padrone de' suoi movimenti; e poichè la catena è assài lunga e si muove dolcemente così spesso non ci accorgiamo della sua esistenza, ci proclamiamo più lìberi di quello che siamo, e qualche volta abusiamo della nostra libertà. Quale sia lo scopo verso il quale noi siamo guidati non è manifesto; pure per quanto a noi è dato d'intravvederlo dovremmo far uso della nostra libertà per assecondare la potenza che ad esso ne chiama, invece di consumare inutilmente le nostre forze in vani tentativi per contrariarla.

Ciò che abbiam detto circa la volontà e l'intelligenza dell'uomo vale, osservate le dèbite proporzioni, anche per quegli animali che hanno un sistema nervoso abbastanza sviluppato, e che appunto perciò più di tutti gli altri a lui s'avvicinano. Anzi possiamo crèdere che qualche barlume d'intelligenza e quindi una volontà e qualche libertà d'azione appartèngano a tutti gli animali meno quelli ove non riscòntrasi traccia alcuna di sistema nervoso.

494. A servigio della volontà troviamo nei diversi animali, oltre gli òrgani della locomozione, esistere quasi sempre qualche òrgano speciale assài variamente configurato. Quest'òrgano speciale sarebbe pel castoro la coda, per l'elefante la probòscide e per l'uomo le mani. Se noi mettiamo fra loro a confronto i diversi stromenti concessi agli animali per l'esercizio della loro libera attività facilmente riconosciamo la grande superiorità della mano

tanto per la perfezione della sua costruzione quanto per la moltiplicità degli usi a cui può prestarsi.

495. Non è però alla perfezione dello stromento ma bensì all'energia della forza che lo adòpera che l'uomo deve la sua incontestàbile superiorità sovra tutti gli èsseri esistenti alla superficie della terra. Se l'uomo sovrasta ad essi di tanto che quasi sdegna di vedersi composto della medèsima creta, egli lo deve alla grande superiorità della sua intelligenza; pure non è da tacersi che se la sua vasta e penetrante intelligenza non fosse assecondata da una forza di volontà bastantemente enèrgica, e questa non trovasse nella mano uno stromento meravigliosamente adattato a prestarsi alle sue svariatissime e moltiplici esigenze, metà della potenza dell'uomo sarèbbesi occultamente consumata nel suo interno, perchè gli sarèbbero mancati i mezzi di tradurla in azioni. Così per questa fortunata associazione di gagliarde forze e di mezzi perfetti di esecuzione, l'uomo arriva a còmpiere òpere veramente gigantesche e prodigiose. La sua potenza poi si moltiplica per la ragione che molti uòmini pòssono associare le loro volontà ad uno scopo comune, e che anzi è dato di sòlito a quelli i quali possèggono un'alta intelligenza accompagnata ad una forte volontà di soggiogare le volontà altrùi, assoggettarle alla propria, e dirigerle tutte d'accordo ad un'ùnica meta. Con tali mezzi è riuscito all'uomo di assicurarsi il dominio di tutto ciò che esiste alla superficie della terra, nè solo arrivò a far servire al suo vantaggio le màcchine naturali costituenti la svariata serie degli animali, ma seppe ben anche

costruirne di artificiali, imprigionarvi le forze generali della natura, e farle travagliare a suo profitto. A considerare quanti ostàcoli si frappòsero sulla terra al cammino dell'uomo, de' quali alcuno non seppe resistere all'urto del suo genio, noi ci domandiamo attòniti come mai sì smisurata potenza dovesse èssere cònfidata ad un corpo così esiguo e tanto frale! Che cosa è mai l'uomo in faccia alla terra che lo sopporta? l'uomo che si proclama il dominatore della terra non è che un àtomo al suo paragone, ma tutto piega davanti a quest'àtomo perchè l'intelligenza vi ha posto il suo tempio.

496. Ma facèndoci ora più davvicino ad esaminare la costituzione del sistema nervoso ricorderemo prima d'ogni cosa che questo sistema, almeno negli animali degli òrdini superiori, comprende varj sistemi distinti i quali s'incòntrano e mèttono capo in un ùnico centro.

497. Il sistema parziale meno elevato è quello che è destinato a fornire il flùido biòtico necessario a mantenere i diversi movimenti della vita orgànica. I nervi che si ramificano ai diversi visceri, per intrattenere in essi i loro movimenti abituali, appartèngono al sistema di cui parliamo, che potrebbe denominarsi *sistema nervoso orgànico*. Questo sistema non sèrvesi del centro nervoso principale che come d'un immenso magazzino da cui trarre il flùido biòtico che gli occorre, o nel quale versare il flùido sovrabbondante.

498. L'apparato *sensitivo* è un secondo sistema nervoso parziale destinato a modificare per mezzo di particolari correnti di flùido biòtico la materia del centro

nervoso a norma delle diverse impressioni che vèngono destate in un punto qualsivoglia della superficie o dell'interno del nostro corpo. I nervi del sistema sensitivo mèttono capo in quella parte del centro nervoso dove vèngono elaborate le sensazioni.

499. Succede a questo l'apparato nervoso destinato a provocare, col mezzo ancora di correnti di flùido biòtico, nelle diverse parti del corpo, i movimenti così detti volontarj. Le radici dei nervi di questo sistema dèvono necessariamente trarre origine da quella parte del centro nervoso ove risiede, si desta, ed agisce quella forza attivissima che conosciamo sotto il nome di volontà. Esso potrebbe dirsi l'apparato *motore*.

500. Finalmente al di sopra di tutti questi e confinati entro i lìmiti del solo centro nervoso principale vi sono gli apparati che sèrvono di stromento all'esercizio delle funzioni intellettuali e della volontà.

501. Queste grandi frazioni del sistema nervoso dèvono avere fra loro numerose comunicazioni e molti punti di contatto. Ad ogni manifestazione degli atti intellettuali la volontà è posta necessariamente in azione, dunque non si può dubitare che tra l'apparato intellettuale e quello della volontà non vi siano fàcili, estese, moltiplici comunicazioni. Larghe comunicazioni dèvono pure esistere fra l'apparato della volontà e l'apparato motore, ed altrettanto deve succèdere fra l'apparato sensitivo e quello dell'intelligenza. Nè l'apparato della vita orgànica resta interamente dagli altri isolato, mentre invece troviamo che molti dei suoi nervi si confòndono per qualche tratto con

quelli dell'apparato motore, ed abbiamo fin anco esempj che ci compròvano èssere possìbile ad alcuni individui privilegiati il sottoporre alla volontà l'andamento di qualche processo puramente orgànico, come sarebbe l'accelerare o ritardare a piacimento le pulsazioni del cuore.

Però siccome a ciascun nervo è affidata un'incumbenza speciale; così anche quelli appartenenti al medèsimo apparato tosto che siano usciti dai centri nervosi in cui mèttono capo, od hanno radice, vanno sempre più divergendo, e non consèrvano fra loro alcuna comunicazione. Le comunicazioni che questi hanno fra loro sono stabilite coll'intermezzo della materia nervosa de' centri, e fuori de' centri essi camminano isolati e affàtto l'un dall'altro indipendenti.

Potrèbbesi forse ammèttere che fòssero del pari limitate ad una delle estremità anche le comunicazioni che necessariamente dèvono esistere fra i due apparati nervosi dell'intelligenza e della volontà i quali hanno entrambi la loro sede nella materia dello stesso centro nervoso? Gli studj anatòmici non fornèndoci alcun lume per la soluzione di questa quistione è impossìbile fino ad ora il darne una risposta certa e definitiva. Però considerando quanto siano intimi e continui i rapporti che lègano gli atti dell'intelligenza a quelli della volontà siamo tratti a pensare che anche i due òrgani dèbbano venire a contatto quasi dappertutto, o, per meglio dire, ch'essi siano mescolati e intrecciati l'uno nell'altro come sarèbbero i due componenti d'una stoffa la quale fosse ordita con filo d'una data materia e intessuta con filo di materia diversa.

Ma se ci pòssono restare alcuni dubbj sull'intimità dell'unione dell'apparato dell'intelligenza con quello della volontà, dichiariamo di non averne alcuno sulla necessità che le diverse parti costituenti dell'apparato intellettivo si compènetrino vicendevolmente fra loro per modo che in ogni porzione di esso tutte quante vi àbbiano insinuato qualche loro pertinenza. Riconoscendo insieme coi frenòlogi che l'uomo è dotato di facoltà intellettuali d'indole diversa, ciascuna delle quali è suscettibile di svilupparsi in un modo pressochè indipendente da tutte le altre, non siamo lontani dall'ammèttere che pòssano èsservi nell'apparato cerebrale intellettivo tanti òrgani particolari quante sono le facoltà che dèvono in esso esercitarsi. Però non possiamo accordare che tali òrgani àbbiano sede distinta e separata, ma invece crediamo che se fosse possibile isolare tutto ciò che appartiene esclusivamente ad uno di essi troveremmo una specie di rete che presenterebbe in complesso la forma istessa dell'intero apparato intellettivo; cosicchè questo in ùltima anàlisi si dovrebbe considerare come un fascio di reti nervose di cui le maglie si attravèrsano, s'intrècciano, e si tòccano in un nùmero smisurato di punti.

502. Questo modo di considerare la distribuzione degli òrgani per entro alla massa encefàlica è in aperta contraddizione con uno de' principj fondamentali della frenologìa; ma dobbiam dire che le dottrine frenològiche, sebbene ornate dal genio del loro illustre fondatore colle più seducenti attrattive, non sono talmente dimostrate che pòssano resistere alla prova d'un esame conscienzioso e

severo, ed ognuno conosce che l'apparizione della frenologia fu l'occasione d'interessanti lavori che molti chiari ingegni intraprèsero coll'ùnico scopo di combàtterne la diffusione. Tra questi noi non citeremo che l'òpera del signor Dubois (d'Amiens) intitolata: *Esame delle dottrine di Cabanis, Gall* e *Broussais;* perchè crediamo che basti essa sola ad assicurare per sempre la vittoria agli avversarj della frenologia. Tale è la nostra opinione la quale per certo non sarà divisa da coloro che persistono a coltivare con ardore la scienza che ora combattiamo, fra cui non abbiamo difficoltà di riconòscere trovarsi tuttavia alcuni uòmini di vasta scienza e di chiarìssima fama.

Ammessi i principj della frenologia non si saprebbe intèndere il perchè ci debba riuscire impossibile il pensare simultaneamente a due cose diverse. Questa impossibilità ne conduce a crèdere che l'apparato intellettuale prenda parte nel suo complesso alla formazione di qualunque pensiero [32], e ciò ne farebbe supporre che quando

[32] *N'est ce pas par la raison qu'une harmonie, qu'un consensus est nécessaire dans toute action régulière du cerveau? C'est que cet accord est indispensable aussi bien pour l'action générale de l'intellect que pour l'acte le plus spécial, le plus particularisé? et n'est-ce pas là enfin une preuve de plus en faveur de l'opinion que nous avons émise, savoir, que l'intelligence peut se modifier, se specialiser dans les actes sans cesser pour cela d'agir dans son ensemble? Elle tend toutes ses forces vers un point particulier, mais c'est toujours par suite d'une* synergie intellectuelle; *et s'il m'était permis d'employer ici une comparaison prise dans un tout autre ordre de choses, je dirai que c'est en quelque sorte comme un athlète qui fait effort pour soulever un fardeau à l'aide d'un seul doigt; tout tend chez lui vers l'accomplissement d'un acte très particularisé, et cependant on voit qu'il n'est pas un de ses muscles qui ne se contracte et ne concourt pour sa part à cette autre synergie.*

DUBOIS (*d'Amiens*) *Examen des doctrines de Cabanis, etc.* Pag. 314.

un òrgano lavora a produrre qualche idèa relativa alla facoltà ch'esso rappresenta, anche gli altri òrgani vi prèstino almeno in un modo passivo il loro concorso.

Come, pèr esempio, un sasso che cade nell'acqua sùscita un gruppo di onde che si distèndono a commòverne tutta la superficie, così crediamo dèbbano porsi in azione tutti gli òrgani dell' apparato intellettivo, ogni qualvolta un òrgano solo lavora a formare un'idèa relativa alla facoltà che in esso risiede. Noi diciamo che un lavoro intellettuale qualunque ha bisogno per compièrsi del concorso di tutti gli òrgani dell'apparato intellettivo; ma ciò non significa già che debba èssere indispensàbile il concorso di ciascuno dei detti òrgani nella sua totale integrità. Nel più gran nùmero de' casi la cosa succede realmente così, cioè prèndono parte ad ogni lavoro intellettuale tutti quanti gli òrgani e ciascuno di essi nella sua totalità, ma abbiamo pure varj esempj ben constatati di vere eccezioni; e di queste parleremo più avanti.

Ora ci faremo a considerare che la miràbile proprietà dell'associazione delle idèe sembra anch'essa in opposizione colla separazione degli òrgani quale viene dai frenòlogi supposta. Infatti se la nostra mente può con tanta facilità far passaggio da un'idèa che richiede il lavoro d'un dato òrgano ad un'idèa d'altro gènere, e che richiede il lavoro d'un òrgano affatto diverso, è indispensàbile che vi siano fra tutti quanti gli òrgani numerosissime comunicazioni; epperò la natura che in ogni sua cosa adòpera sempre la màssima semplicità e la più severa economìa avrebbe questa volta deviato dalle sue

norme generali se avesse gittato in pura pèrdita, fra gli òrgani separati, innumerèvoli tratti d'unione, invece di valersi della materia istessa degli òrgani a congiùngerli fra loro, intrecciàndoli insieme. D'altronde delle separazioni immaginate dai frenòlogi il cervello non offre alcuna traccia, e le varie circonvoluzioni sono tutte impiantate sovra una massa comune ed omogeneà, e rièntrano talmente l'una nell'altra ch'egli è impossìbile di segnare ad alcuna di esse i suoi precisi confini. L'ispezione d'un cervello basta pertanto essa sola a persuaderci che la natura ha avviluppato insieme gli òrgani appartenenti alle diverse facoltà, e non li ha separati come i frenòlogi tenderèbbero a farci crèdere. Ma più ancora che l'ispezione anatòmica del cervello vale a provare la verità della nostra opinione l'esistenza d'un fenòmeno psicològico assài comune, e che pure mèrita sotto molti riguardi di fissar fortemente la nostra attenzione.

503. A chi non è mai accaduto di disputare in sogno con una o più persone? Quelle persone colle quali allora noi conversiamo in realtà non esistono, ma sono creazioni della nostra immaginazione. Con tutto ciò noi non siamo preventivamente consapèvoli delle opinioni ch'esse manifesteranno, o delle ragioni che apporteranno onde appoggiarle. Mentre attendiamo le loro risoluzioni, restiamo sospesi fra il timore e la speranza; chè nulla ci avverte del partito a cui si appiglieranno. Ora parlando questi èsseri immaginarj colle parole che noi loro prestiamo, essendo essi affetti da sensazioni che a noi stessi appartèngono, non potendo avere altre idèe fuori di quelle

che sono fabbricate nel nostro cervello, come mai può succèdere che noi non abbiamo alcuna coscienza di ciò che pènsano, sèntono, o si dispòngono a dire?

Quantunque usciti dalla nostra fantasia, fra essi e noi sembra non più esistere alcuna comunicazione: quei fantasmi tròvansi pienamente emancipati, tràttano con noi da uguali, ed hanno l'apparenza di agire in conseguenza d'una vita loro propria affatto dalla nostra indipendente.

E qui dobbiamo considerare che se quegli èsseri non hanno un'esistenza reale, i loro atti intellettuali, tutt'altro ch'èssere cose immaginarie, sono il risultato d'un lavoro reale che si eseguisce nel nostro cervello; epperò prendendo ad esaminare questo singolare fenòmeno vediamo che ne discèndono spontaneamente varie interessanti conseguenze, tra le quali accenneremo quella che maggiormente c'interessa, cioè che le idèe da noi espresse nel sogno vèngono elaborate nel nostro cervello in luogo diverso da quelle che vèngono da noi attribuite agli individui immaginarj con cui teniamo discorso. Non ammettendo una tale supposizione, come si potrebbe mai rèndere qualche ragione della completa apparente indipendenza con cui si fòrmano, e si manifèstano le idèe dei diversi individui?

D'altronde non è raro che al primo svegliarsi da sìmili sogni, esaminando lo stato del proprio cervello, si pòssano distinguere quelle parti del medèsimo che si affaticàrono durante il sonno ad elaborare le varie idèe che noi prestammo ai diversi personaggi del sogno. Quelle parti del cervello che hanno lavorato si sèntono meno

riposate delle altre; e poi il corso delle idèe là dentro non si tronca istantaneamente, epperò anche vegliando siamo in grado per qualche istante di seguirle per modò da poter disegnare con sicurezza i limiti di quelle parti che servirono alla loro produzione. Chiunque va soggetto a questa specie di sogni potrà facilmente verificare ogni nostra asserzione; mentre a riuscirvi altra attitùdine non si richiede tranne quella di saper debitamente concentrare sopra sè stesso la propria attenzione.

Intanto noi ammettiamo come fatto incontrastàbile che le parti del cervello ove si formàrono le idèe le quali dièdero vita e mente ai fantasmi dei nostri sogni risièdono spesse volte in luoghi l'uno dell'altro assài lontani e non simmètrici. E poichè tutti quei fantasmi pòssono ragionare sul medèsimo argomento, e qualche volta il fanno con una giustezza d'idèe, una profondità di vedute ed una facilità d'elocuzione di gran lunga superiori a quelle che l'individuo mostra di possedere durante la veglia; così se ne deve conclùdere che le idèe relative ad un dato argomento qualunque pòssono trarre indifferentemente la loro origine in molte parti diverse dell'umano cervello, e che quindi non è vero il principio ammesso dai frenòlogi che le diverse parti del cervello non si prèstino che alla produzione d'idèe ordinate a norma delle diverse facoltà; epperò discordanti fra loro nell'indole e nella natura.

504. Se le cose camminàssero come la intèndono i frenòlogi ogni qualvolta ne' sogni diverse porzioni del cervello apparissero attive dovrèbbero dare origine ad idèe

di colore affatto diverso; talchè spesso arriverebbe fra quegli strani interlòcutori che l'uno, per esempio, non sapesse parlare che di matemàtica e gli altri non rispondèssero che mùsica o poesia.

Ciò che v' ha di più strano in tali sogni si è che qualche volta il sentimento istesso della propria individualità diventa incerto, e sembra che più d'uno dei fantasmi del nostro cervello se lo approprii e se lo divida. In questo caso, il quale non è frequente, noi partecipiamo delle sensazioni di quei varj individui, però in un modo poco distinto e mal determinato. Invece nel caso il più comune, quello nel quale noi ci distinguiamo perfettamente da tutti gli altri individui che noi mettiamo in giuoco, il sentimento della nostra individualità ci resta chiaro ed integro come in istato di veglia. Ci è spesso possibile richiamarci alla memoria questi ùltimi sogni, e rammentàrcene tutti i dettagli come se si trattasse d'avvenimenti che realmente ci fòssero accaduti: per contrario degli altri sogni non ci resta di sòlito che la coscienza d'averli avuti, e se ci sforziamo di richiamarli alla mente, non riusciamo che a formàrcene un concetto oscuro e confuso. Se poi si diano sogni nei quali resti in noi interamente cancellato il sentimento della nostra individualità difficilmente si potrebbe accertare; imperocchè in questo caso, figurando noi come assenti, è fuor di dubbio che non potremmo averne cognizione alcuna, o conservarne memoria.

Questi singolarissimi fenòmeni pòssono fornire molta materia di studio così ai fisiòlogi quanto ai psicòlogi. La

conseguenza che più spontaneamente ne discende, e che già di sopra abbiamo accennata, si è non esistere nel cervello quella separazione tra gli òrgani delle diverse facoltà, la quale è assunta dai frenòlogi come il fondamento di tutto il loro edifizio.

505. Portata la nostra attenzione su questi sogni e sulla càusa probàbile da cui provèngono, sentiamo la possibilità che in certe circostanze speciali anche in istato di veglia il nostro cervello funzioni diviso in due o più frazioni, e così ci si rappresèntino davanti agli occhi alcuni fantasmi che noi crediamo interamente indipendenti da noi, e coi quali qualche volta teniamo dei lunghi discorsi. Certo che in questi casi il cervello non tròvasi nel suo stato normale e abituale, ed è perciò che tal fenòmeno si presenta di rado, e non occorre fuorchè a persone dotate di molta fantasìa ed in istato di forte esaltazione. Il Genio che appariva a Marco Bruto e quello che conversava con Torquato Tasso pròvano la verità di quanto abbiamo asserito.

506. Ma tra i fenòmeni più straordinarj offèrtici dal sistema nervoso, allorchè è posto per una cagione qualunque in uno stato di particolare eccitamento, dobbiamo ricordare tutti quelli che si ottèngono per mezzo del così detto *magnetismo animale*. I meno meravigliosi tra i fenòmeni che si dèstano sotto l'influenza di questa càusa èscono dai limiti di quanto eravamo sòliti a crèdere possìbile, e il Teste ha ben ragione di dire: « in fatto di » magnetismo bisogna vedere coi proprj occhi, udire » colle proprie orecchie, toccare colle proprie mani,

» poichè non v' è testimonianza che possa aver valore
» quando si tratta di fatti che si giùdicano impossibili (*) ».

In mezzo alla fitta oscurità che ancora si distende sovra tutti i fenòmeni prodotti dal magnetismo, alcune conseguenze generali importantissime si pòssono già dedurre dalla sola constatazione della loro esistenza; e prima d'ogni altra che la volontà è una forza la quale, a somiglianza di tutte le altre forze conosciute, ha bisogno per méttersi in azioue, ed esercitare la sua influenza dell'intermezzo d'un flùido imponderàbile. I fenòmeni di attrazione, di catalessi, di sensibilità soppressa od esaltata, provocati dal fissar gli occhi negli occhi, o per mezzo di qualche fàcile e ripetuta gesticolazione, od anche per un sèmplice atto di volontà, sèrvono a rivelarci èssere ùnico l'agente di tutti gli svariati movimenti e di tutte le sensazioni comunque siano diverse le fonti da cui tràggono l'origine loro.

Le nuove attitùdini che alcuni individui acquistano in istato di sonno magnètico, per cui divèntano capaci di pronunciare giudizj sicuri sovra quelle stesse cose sulle quali nello stato abituale di veglia i loro giudizj pèndono affatto incerti, pare che provèngano dall'èssere ad essi aperta una nuova maniera di percezioni, od almeno dal potersi procurare una certa classe di percezioni per una via nuova, affatto insòlita e sconosciuta.

Ma in mezzo a questi fenòmeni straordinarj il più imponente di tutti è senza contrasto quella miràbile

(*) *Alph. Teste. Manuel pratique de magnetisme animal.* Brux. 1850, pag. 210.

corrispondenza che si stabilisce fra il Magnetizzato ed il Magnetizzatore, per cui in quello si trasfòndono le sensazioni che questi prova, e pare che il primo possa aver conoscenza d'ogni lavoro intellettuale che si effettua nel cervello del secondo.

507. Ad indicare quest'ùltimo fatto si suol comunemente usare l'espressione che il Magnetizzato può lèggere immediatamente nel cervello del Magnetizzatore i pensieri che ivi si fòrmano.

Appare tanto strano così fatto fenòmeno che se tra quelli già conosciuti alcuno se ne trovasse il quale avesse con esso qualche analogia, e potesse mètterci sulla strada per rintracciarne la spiegazione, meriterebbe senza contrasto che ci fermàssimo a prènderlo in considerazione. E noi pensiamo che il fenòmeno già superiormente ricordato dei sogni si trovi per l'appunto nel caso or dichiarato. Infatti quando noi sognando teniamo lunghi ragionamenti con qualche individuo da noi immaginato è fuor di dubbio che il lavoro intellettuale d'entrambi gli individui che dispùtano fra loro si compie in uno stesso cervello, e, possiamo crèdere, in due parti distinte dello stesso cervello che travàgliano in un modo indipendente l'una dall'altra come se ciascuna di esse costituisce un cervello completo. Un fatto di tal natura è tanto più credibile in quanto che abbiamo qualche cosa che gli somiglia anche nel regno puramente minerale. Infatti se noi tronchiamo una calamita rettilinea ad una delle sue estremità in modo di asportare l'uno dei suoi poli, crederemo forse che la calamita così mutilata resti

imperfetta e non posseda più che un polo solo? Il polo asportato è immediatamente repristinato; cosicchè possiamo dire che la calamita dopo la mutilazione è perfetta come prima; ovvero che tutte le parti in cui si divide una calamita funziònano separatamente come altrettante intere calamite.

Ammesso pertanto che un cervello possa in istato di sogno funzionare diviso in varie parti, cosicchè ciascuna di queste possa còmpiere indipendentemente dalle altre il suo particolare lavoro, costituente la serie delle idèe e dei ragionamenti che vèngono esposti da qualcuno dei personaggi immaginati nel sogno; allora riflettendo che, quando noi lo ascoltiamo dirigerci la parola, siamo in grado d'intèndere perfettamente tutto ciò ch'ei ne dice, e che d'altronde noi intendiamo tutti questi discorsi non già per la via sòlita dell'òrgano dell'udito, poichè d'ordinario questo non veglia, e, in ogni caso, quel personaggio da noi immaginato non proferisce alcun suono, giungeremo senz'altro alla conseguenza che tra le diverse parti del cervello che tròvansi in attività si è stabilita tal miràbile corrispondenza che il lavoro il quale si effettua in una di esse può immediatamente èssere percepito, ovvero, come diremmo nel nostro modo ordinario di esprimerci, può immediatamente èssere rilevato, o veduto dalle altre parti.

Se adunque un solo cervello può dividersi in varie parti le quali funziònano separatamente come se fòssero altrettanti cervelli completi, e questi cervelli frazionarj sono fra loro legati per modo che uno di essi può rilevare

immediatamente, cioè senza il concorso di qualche òrgano sensorio, il lavoro intellettuale che negli altri si effettua; è forse una maraviglia più straordinaria che due cervelli appartenenti a due diversi individui pòssano in qualche caso speciale trovarsi fra loro legati nel modo istesso come si vide poc' anzi accadere tra le diverse parti d'un medèsimo cervello; e che per conseguenza il lavoro intellettuale che in uno di questi si effettua possa venire immediatamente rilevato dall'altro? Nel primo caso sono varie porzioni d'un medèsimo cervello che funziònano come cervelli separati: nel secondo caso sono due cervelli separati che funziònano come varie parti d'un medèsimo cervello. I due fenòmeni sono ugualmente strani e miràbili e stante la loro manifesta analogia concludiamo che quando la moltitùdine dei fatti ne costringa ad ammètterne uno, non si vede perchè dovremmo èssere maggiormente incrèduli circa la possibilità dell'altro.

508. Ma tra i fatti miràbili presentati dal sistema nervoso nessuno ha una portata morale più grande che quello di cui si è fatto cenno di sopra e che è conosciuto sotto il nome di *trasmissione magnètica delle sensazioni*. S'egli è vero, come pare indubitàbile, che in un certo stato di magnetismo animale il Magnetizzato possa appropriarsi tutte le sensazioni provate dal Magnetizzatore, abbiamo fondamento per crèdere che l'uomo finirà coll'interessarsi al bene e al male altrùi non solo per impulso di simpatia, o per assecondare le esigenze della compassione; ma ben anche per l'azione prepotente e finora dissolutiva del suo stesso egoismo. Questo fatto mette in chiaro una

stupenda verità che pur molti altri fatti già ci facèvano travedere, cioè che la vita nervosa confidata all'individuo è a considerarsi come un elemento d'una vita nervosa generale la quale sarebbe una vera vita collettiva e non soltanto la somma di tante vite isolate. Molti sono i mezzi dei quali si vale la natura acciocchè il lavoro nervoso d'un individuo non vada per gli altri interamente perduto, e all'uomo fu concesso nella parola pronunciata o scritta un mezzo di trasmissione efficacissimo, anzi veramente portentoso. Egli è specialmente per questo mezzo che il lavoro intellettuale e morale di quelli che ne precedèttero profitta alla vita intellettuale e morale di quelli che attualmente esistono. Pertanto possiamo crèdere che ogni disòrdine intellettuale o morale sia un danno comune, e che invece ogni azione generosa, ogni scoperta di nuove verità accresca il patrimonio indiviso dell'intera specie, e torni a vantaggio di tutti. Perciò la vita nervosa è progressiva, e l'uomo è perfettibile.

509. Poco ancora si fece per collegare fra loro i fenòmeni del magnetismo animale, e cercarne la spiegazione, ma i fatti preziosi che si raccòlsero pàrlano sì altamente a favore della sua importanza da farci inclinare verso l'opinione che dèbbasi trovare nel magnetismo il filo che ci guiderà a camminare con sicurezza per entro al labirinto de' fenòmeni nervosi, e che per conseguenza debba per la vita nervosa operare il magnetismo quanto il plutonismo operò per la vita orgànica o comune.

510. È manifesto che la vita nervosa fu architettata dietro un piano diverso da quello che presiedette alla

formazione della vita orgànica. Quest'ùltima in tutte le sue indefinite varietà prende sempre il movimento da un principio comune che è il plutonismo de' liquidi orgànici; invece i fenòmeni della vita nervosa appartèngono ad un òrdine diverso, e non si làsciano spiegare per mezzo delle leggi del plutonismo. Per la vita orgànica il flùido biòtico pènetra ne' liquidi nutritivi, e, promovèndone la consolidazione, desta in essi la forza che li tiene in continuo movimento; invece per la vita nervosa il flùidò biòtico penetrato nella sostanza midollare non ha bisogno di trovare alcun liquido sul quale esercitar la sua azione, ma invece esèrcita sulla materia dei nervi un'azione diretta, ond'essi reagiscono sopra di lui; e gli atti di questa vita attingono tutti la loro sorgente nella detta serie di azioni e reazioni. Sotto un certo rapporto la vita nervosa sembrerebbe formata dietro un modello più sèmplice che non la vita orgànica: il liquido plutònico il quale è un intermezzo necessario all'esercizio di quest'ùltima vita tròvasi affatto superfluo per l'esercizio di quella. Il plutonismo posto in azione dal flùido biòtico è l'ànima della vita orgànica; invece l'ànima della vita nervosa è riposta direttamente ed immediatamente nel flùido biòtico istesso il quale àgita i nervi nel mentre che viene da essi in un modo particolare agitato. Il flùido biòtico che sùscita tutti i fenòmeni della vita nervosa fa come l'acqua d'un fiume la quale produce sull'alveo entro cui trascorre una serie di fenòmeni pressochè idèntici sebbene essa medèsima continuamente si muti, e vada continuamente disperdèndosi nell'ocèano da cui originariamente provenne.

L'oceàno di flùido biòtico che ne circonda, ed entro il quale viviamo, non ha altro limite che l'universo; e l'ànima nostra colle sue sublimi aspirazioni ben dimostra di avere la coscienza dell'alta sua origine, e di sentire la sua parentela coll'infinito.

Abbiamo innumerèvoli esempj di vite orgàniche esistenti senza il mìnimo indizio di vita nervosa; ma non abbiamo alcun esempio del caso contrario, cioè dell'esistenza della vita nervosa in un modo indipendente dalla vita orgànica. La vita nervosa ci si dimostra sempre siccome una sovrapposizione della vita orgànica; nè solo è da considerarsi siccome una complicazione od un perfezionamento di questa ma piuttosto come una vita novella di natura diversa, innestata sovr'essa.

La formazione dei nervi, la loro nutrizione, e quindi la riparazione delle loro pèrdite, e la loro conservazione, sono tutti fenòmeni che procèdono dalla vita orgànica; ond'è che l'esistenza di questa vita è una condizione necessaria alla loro produzione. E poichè la vita nervosa non è possibile senza nervi così sentiamo che il fondamento di una tal vita deve necessariamente èssere fornito dalla vita orgànica preesistente. La vita nervosa per altro reagisce sulla vita orgànica per modo che quasi si direbbe che si fosse impadronita dell'intero organismo; e certo in quegli èsseri che possèggono una vita nervosa bastantemente sviluppata non si compie alcuno dei grandi fenòmeni della vita fondamentale senza che quella vi prenda la sua parte, vi esèrciti la sua influenza, e spesso non sembri interamente dirigerne l'andamento.

Abbiamo già fatto notare quanto siano stretti e moltiplici i legami materiali delle due vite, ed ora sappiamo ben anche che il flùido biòtico necessario, sebbene in modo diverso, all'esercizio delle due vite presenta un altro vìncolo che più strettamente ancora le collega fra loro. Con tutto ciò le due vite non vanno sempre procedendo con norme uguali; chè invece sono frequentissimi gli esempj di grandi divergenze così nel loro sviluppo normale come anche nelle accidentali deviazioni dal loro corso ordinario.

Nell'uomo, per esempio, mentre, durante l'infanzia, la vita orgànica presenta il màssimo di attività la vita nervosa intellettuale è pochissimo sviluppata: per contrario in alcuni vecchi cadenti, pròssimi ad èssere consunti della tabe senile, troviamo qualche volta l'intelligenza esistere nel suo pieno vigore, e mandar lampi di luce tanto vivaci quanto nella più robusta gioventù. Troviamo inoltre non di rado la vita materiale prosperare in alcuni èsseri disgraziati nei quali la vita intellettuale fu quasi interamente annichilata sia per l'effetto d'un insulto apoplètico, sia per qualunque altra càusa che abbia profondamente intaccato il cervello; infine abbiamo frequenti esempj d'intelligenza superiore in individui gracilissimi, e invece di tarda e ottusa intelligenza associata a forme atlètiche e ad una vigoria di tutte le funzioni orgàniche veramente straordinaria. Il Magendie riporta il caso di colerosi nei quali la vita orgànica si poteva dire spenta, e invece le funzioni intellettuali si compièvano ancora normalmente coll'abituale lucidezza dello

stato di salute (33). Così fatte divergenze nel cammino delle due vite, ora che conosciamo i veri rapporti con cui sono fra loro legate, e che sappiamo doversi la vita nervosa considerare come semplicemente innestata sopra la vita orgànica, rièscono fenòmeni che ad èssere spiegati non ammèttono più alcuna difficoltà. Dei due elementi necessarj affinchè gli atti della vita nervosa pòssano còmpiersi in un modo normale, cioè i nervi e il flùido biòtico, soltanto il primo è in una stretta e necessaria dipendenza dallo stato della vita orgànica; e invece la vita orgànica non dipende dalla vita nervosa se non che pei movimenti del flùido biòtico che questa nell'organismo produce. Ora s'intende immediatamente che quand'anche la vita orgànica fosse profondamente alterata e quasi consunta, purchè in essa sopravviva quel tanto di attività che è necessario alla riparazione delle pèrdite fatte dalla materia nervosa, od anche finchè le pèrdite fatte dai nervi e non riparate non siano tali da alterare profondamente l'andamento della vita nervosa, questa può naturalmente continuare ad esercitarsi senza dar segno di qualche sensìbile perturbazione. Così se accàddero de' guasti negli òrgani della vita nervosa più

(33) *A l'état bleu, dans cette période où les tissus vivants offrent déjà le froid du cadavre, on voit l'individu conserver toute l'intégrité de ses actes intellectuels, alors que son cerveau est privé du liquide qu'il devrait recevoir pour le libre exercice de ses fonctions. Le coeur ne bat plus, cependant le malade parle, raisonne, répond avec justesse aux questions qui lui sont adressées, jouit de la plénitude de ses facultés: tous les rouages de l'économie sont comme frappés de mort, la pensée seule est respectée; chose admirable, incompréhensible et digne toutefois d'une profonde méditation, l'intelligence est là presque isolée du corps!*

MAGENDIE. *Ph. ph. de la vie.* T. III, Lez. 7, pag. 113.

elevata, cioè in quelli che sèrvono all'esercizio delle facoltà morali e intellettuali, purchè quella porzione del sistema nervoso che abbiamo chiamata apparato orgànico continui a funzionare regolarmente, versando in seno ai visceri, o assorbendo da essi la consueta dose di flùido biòtico, è naturale che la vita orgànica non debba risentirne alcun effetto, o provarne qualche sensibile detrimento. Però quando incontriamo questa grande disarmonia fra le due vite possiamo dire che l'individuo non esiste che per metà; mentre la pienezza dell'esistenza non si trova che in quegli individui ne' quali le due vite sono concordemente sviluppate, e che per conseguenza possèggono ugualmente perfetta la sanità del corpo e quella della mente.

811. Per quanto si espose in quest'articolo chiaramente apparisce che al sistema nervoso venne affidato il disimpegno di moltiplici funzioni affatto tra loro distinte. Nel suo stato primitivo e fondamentale esso non è che un serbatojo inesauribile di flùido biòtico munito di numerosi conduttori che versàndolo ne' varj plutonj dell'animale àprono fra loro un mezzo efficacissimo e rapidissimo di comunicazione. È per tal modo che le diverse parti dell'animale sono collegate fra loro in un vero tutto, che le funzioni si coòrdinano, e pòssono scambievolmente sussidiarsi, e che la vita si centralizza.

Oltre di ciò il commercio dell'animale col mondo esterno si òpera per la màssima parte coll'intermezzo del sistema nervoso. È nella sua presenza ove tròvasi la condizione indispensàbile perchè le impressioni fatte

sull'animale pòssano convertirsi in sensazioni, e venir dal medèsimo percepite. Dove non si mette in azione il sistema nervoso non vi può èssere sensibilità. Senza di esso non potrebbe effettuarsi nell'animale alcun movimento volontario, ed anzi molti movimenti automàtici si còmpiono sotto la sua influenza, o almeno col suo concorso. Ma la sua destinazione più elevata e più misteriosa è certamente quella di servire di strumento all'esercìzio della volontà e delle facoltà intellettuali. Abbiamo riconosciuto che sono tuttora avvolti d'impenetràbile oscurità i fenòmeni nervosi più sèmplici, e che la caligine va facèndosi sempre più fitta di mano in mano che dai più sèmplici e più comuni si fa passaggio ai più cospicui e più complicati: perciò avviene che la fisiologia nell'esame dei detti fenòmeni si limita ad additare qualcuna delle condizioni che le sèmbrano indispensàbili affinchè gli stessi pòssano compirsi, e rinuncia alla psicologia ed alla metafisica il malagèvole incàrico di tentarne una qualche soddisfacente spiegazione.

Noi pertanto uscendo da questo campo spinoso che abbiamo incontrato sul nostro cammino, e che abbiamo dovuto attraversare, siamo lieti di poter darci interamente allo studio di fenòmeni vitali meno elevati ma più intelligibili come sono quelli, per esempio, dei quali passiamo immediatamente ad occuparci, e che risgùardano il movimento del plutonio fondamentale nei vegetàbili e negli animali.

Articolo VI.

Movimenti del succhio nell'interno dei vegetàbili.

Moltiplicità di movimenti nei liquidi nutritivi del vegetàbili — Principio da cui bisogna partire per la spiegazione generale dei detti movimenti — Le forze che fanno muòvere i liquidi nei vasi vegetàbili òperano dappertutto pressochè uniformemente, e non splègano che un'energia assài moderata — Movimenti entro vasi aperti ad ambe le estremità — Movimenti ugualmente fàcili secondo tutte le direzioni — Spiegazione dei movimenti dei liquidi nutritivi nell'interno dei vegetàbili — Persistenza del moto dei liquidi nell'interno di parti vegetàbili staccate dal tutto — In quali modi si può immaginare che òperino le forze le quali prodùcono lo sviluppo delle radici.

512. Lo sviluppo de' vegetàbili e l'evoluzione successiva delle loro diverse parti mòstrano che il loro interno è la sede d'un'incessante attività, e che i liquidi nutritivi tròvansi in contìnuo movimento. Nell'interno de' vegetàbili sèmbrano coesistere movimenti i quali si còmpiono con direzioni differenti. Il succhiar delle radici e l'emissione di materie flùide attraverso alle foglie sono due fenòmeni che accènnano ad un movimento ascendente del liquido nutritivo, movimento che infatti tutte le osservazioni tèndono a constatare. Ma altri due fenòmeni che si còmpiono in senso contrario agli accennati, cioè l'assorbimento delle foglie, e le secrezioni che si effèttuano per mezzo delle radici, pròvano che nell'interno de' vegetàbili una porzione almeno del liquido nutritivo deve muòversi dall'alto al basso. Inoltre la direzione così variata dei rami, e il loro crèscere in grossezza ci dimòstrano che nell'interno de' vegetàbili si còmpiono con ugual facilità movimenti sotto direzioni affatto diverse.

Abbiamo l'esempio di vegetàbili cui màncano affatto le radici, o le cui radici pochissimo sviluppate pare che ad altro non sèrvano fuorchè di sostegno: in essi è naturale che invece dei movimenti d'ascensione o di discesa, che specialmente si ossèrvano nella comune de' vegetàbili, debba còmpiersi la nutrizione e lo sviluppo per un movimento d'assorbimento dall'esterno verso l'interno, e per un altro opposto di espansione dall'interno verso l'esterno.

513. Ritenuto pertanto che tutti questi movimenti si còmpiano realmente nei diversi vegetàbili, od anche si eseguìscano contemporaneamente senza confòndersi nelle diverse parti d'un medèsimo vegetàbile, noi ci proponiamo di mèttere in chiaro come nella teoria plutònica essi siano suscettìbili di una spiegazione fàcile e generale.

Sono poche e semplicìssime le condizioni indispensàbili perchè tali movimenti pòssano aver luogo. Noi le prenderemo in esame, incominciando dal caso del moto ascendente il quale, effettuàndosi in opposizione alla gravità, sembra il più difficile a spiegarsi.

514. Immaginiamo un cannello di vetro, cilindrico, verticale, diviso in tanti spazietti per mezzo di piani orizzontali posti l'uno dall'altro ad uguali distanze e mòbili dal basso all'alto: l'ùltimo di tali piani costituìsca il fondo del cannello, cosicchè questo si possa considerare come chiuso all'estremità inferiore ed aperto all'altra estremità. Tutti gli spazietti siano ripieni d'un lìquido il quale abbia la proprietà di alternativamente dilatarsi, e restituirsi al suo volume primitivo.

Supponendo che la dilatazione cominci ad effettuarsi nel liquido che occupa lo spazietto superiore, è chiaro che una porzione del medèsimo traboccherà. Un istante dopo, il detto liquido contraèndosi diminuirà di livello; cosicchè a ricondurlo ancora fino a toccare la bocca del cannello converrà fare ascèndere d'un tratto determinato il primo dei piani orizzontali immaginati, quello sul quale il liquido immediatamente riposa.

Però con questa operazione si forma un vuoto al di sotto di esso, e il liquido contenuto nel secondo spazietto deve distèndersi quanto il primo avanti di raggiùngere il piano così spostato, e trovare qualche ostàcolo alla sua dilatazione.

Alla dilatazione subentra anche in questo la contrazione, ond'è che a mantenerlo al livello che aveva ultimamente acquistato bisogna alzare il secondo dei piani quanto già si era alzato il primo.

Così si forma un vacuo al di sotto del secondo piano: il liquido contenuto nel terzo spazietto può dilatarsi senza trovare ostàcoli quanto già si dilatò il liquido contenuto in ciascuno de' primi due spazietti. Con tale dilatazione il liquido che ora si considera raggiunge il livello del secondo piano nella nuova posizione in cui si trova, e a mantenerlo a tale altezza, allorchè esso riacquista il suo volume primitivo, è necessario portare il terzo piano ad una maggiore elevazione.

Il medèsimo processo di dilatazioni e contrazioni del liquido, non che di sollevazione dei piani, s'immàgini ripetuto per tutta la serie degli spazietti fino all'ùltimo,

e allora tùtta la colonna liquida avrà proceduto d'un certo tratto dal basso all'alto; cosicchè il vuoto lasciato dal liquido che traboccò dall'apertura superiore, si trova confinato all'estremità inferiore, al di sotto dell'ùltimo dei piani immaginati.

Una nuova serie di movimenti parziali, ma coordinati fra loro come quelli dei quali abbiamo discorso, farebbe traboccare una seconda porzione di liquido, e farebbe ascèndere d'un altro passo l'intera colonna; cosicchè si troverebbe raddoppiato lo spazio vuoto apèrtosi all'estremità inferiore del cannello.

S'intende anche facilmente come, seguitando sempre nel medèsimo modo, tutto il liquido finirebbe coll'uscire dall'estremità superiore; epperò il cannello si vuoterebbe completamente in conseguenza del movimento del liquido che procede continuamente dal basso all'alto.

È ancora da osservarsi che, effettuàndosi il moto nel modo supposto, le forze che agiscono nei diversi spazietti sono affatto indipendenti dalla diversa altezza che essi occùpano nell'interno del cannello: tutte sono moderate, proporzionali alla piccola massa liquida che si trova in ciascun scompartimento; epperò il cannello potrebbe avere un'altezza smisurata che ciò non farebbe crèscere menomamente le forze necessarie a sollevare quella porzione di liquido che òccupa il luogo più basso.

Ora mostreremo come questo grossolano meccanismo di piani mòbili possa venire impunemente soppresso senza che si àlteri la natura del movimento, purchè si supponga che l'uscita del liquido inferiormente non possa

aver luogo, ed il cannello posseda, a somiglianza dei vasi vegetàbili, un diàmetro piccolissimo.

In questa ipòtesi, essendo l'aderenza che trattiene le molècole del liquido verso le pareti del cannello una forza incomparabilmente maggiore di quella dovuta al loro peso, le cose procèdono esattamente come se il peso non esistesse, ovvero come se il liquido si trovasse dovunque sostenuto da piani sòlidi, sìmili a quelli che si sono immaginati di sopra. La differenza si è che in questo caso il nùmero degli scompartimenti dèvesi considerare come infinito, ed è infinitèsima l'altezza del liquido nei diversi spazietti.

Compiuta l'espansione nell'elemento liquido superiore, quand'esso comincia a contrarsi non diminuisce di livello, sostenèndosi in alto per l'aderenza ch'esso ha colle pareti del cannello, ed anche per ciò che al momento della sua contrazione comincia la dilatazione del secondo elemento. Il liquido di questo elemento si dilata tenèndosi aderente alla superficie inferiore del primo elemento, e quantunque poco dopo subentri la contrazione alla dilatazione pure da esso non si sèpara, ma sale, facendo luogo alla dilatazione del terzo elemento; e così le cose procèdono fino all'elemento collocato più in basso, perlocchè alla fine tutta la colonna liquida si trova spostata e rialzata.

Dopo tutta questa prima serie di movimenti parziali che produsse come effetto complessivo una dèbole ma totale sollevazione della colonna liquida, la stessa serie di movimenti ricomincia da capo, e a questo modo il

liquido continua nel suo viaggio ascendente, finchè non sia per intero uscito dalla sommità verso la quale si era andato arrampicando.

515. Le forze che prodùcono un tale effetto sono in ogni punto estremamente dèboli, e distribuite lungo tutta l'altezza del cannello con assoluta uniformità. È soltanto per gli sforzi accumulati e per la continua azione di queste debolissime forze che si prodùcono effetti non solo sensibili ma veramente considerèvoli.

516. Se poi il cannello si suppone aperto da tutte e due le parti, la direzione del movimento iniziale potrà èssere determinata tanto dalla diversità del lume delle aperture, quanto da circostanze affatto estranee alla conformazione del cannello; e se a quella estremità, dove in virtù del movimento iniziale dovrebbe formarsi uno spazio vuoto, le cose siano disposte in guisa che nuovo liquido accorra a rimpiazzare quello che fu spostato; allora, essèndosi ristabilito il tutto esattamente come dapprincipio, il movimento incominciato dovrà continuare ad effettuarsi senza mutar direzione.

517. È chiaro inoltre che quanto ora si è detto vale ugualmente anche quando il cannello, invece di èssere verticale, diventasse parallelo all'orizzonte, o ad esso si inclinasse sotto un àngolo qualunque. Anzi non è nemmen necessario che il cannello si mantenga rettilineo; chè invece si potrebbe immaginare piegato od incurvato in un modo qualsivoglia, e il movimento del liquido si effettuerebbe ugualmente lungo tutta la sua estensione nel medèsimo modo, e seguendo le medèsime leggi.

518. Ora le applicazioni degli esposti principj alla spiegazione dei movimenti dei liquidi nutritivi nell'interno dei vegetàbili si presèntano da sè. Nessuno può muover dubbio sull'estrema capillarità dei vasi entro i quali i detti liquidi sono costretti ad aggirarsi: le dilatazioni nei liquidi vèngono provocate dallo svolgimento del loro plutonismo; il ritorno al loro volume primitivo è la conseguenza dell'esalazione o dispersione dei gas che avèvano prodotta l'accennata loro espansione.

Vèdesi pertanto che la capillarità dei vasi e il plutonismo dei liquidi nutritivi sono le sole condizioni indispensàbili perchè i variati movimenti di quest'ùltimi pòssano aver luogo: e la stessa spiegazione vale tanto pel succhio ascendente, quanto per quello che discende, non che per quelle porzioni dello stesso che si muòvono in direzione trasversale.

519. E per tal modo non solo si spiègano i movimenti dei lìquidi nutritivi che si effèttuano nell'interno de' vegetàbili allorchè questi si tròvano dotati della loro naturale integrità; ma si spiega del pari la persistenza di tali movimenti anche in vegetàbili abbattuti dal piede, o in una parte qualunque dei medèsimi recisa dal ramo a cui prima apparteneva.

Se i fiori si àprono, e consèrvano per qualche tempo la loro nativa freschezza, allorchè tèngono il gambo tuffato nell'acqua, egli è appunto perchè il movimento del succhio continua in essi ad effettuarsi finchè, col crèscere la quantità dell'acqua che va rimpiazzando le pèrdite che il vegetàbile fa del proprio plutonio, i movimenti

vitali vanno naturalmente rallentando la loro velocità, e alla fine spegnèndosi interamente.

Ciò che fanno i fiori coll'acqua, il fanno le piante recentemente recise colla maggior parte de' lìquidi entro i quali si tuffa l'estremità inferiore del loro tronco.

La scoperta del Boucherie è una naturale conseguenza ed una conferma del modo con cui noi abbiamo spiegato il movimento de' liquidi nutritivi nel seno dei vegetàbili. Inoltre il fatto di lìquidi non nutritivi che, in quantità enormi, vèngono assorbiti da una pianta tagliata, purchè il suo tronco peschi in essi, ne dimostra che la facoltà assorbente delle piante non viene esercitata esclusivamente da qualche òrgano particolare destinato espressamente a questo ufficio, come per esempio, dalle radici; mentre queste sono organizzate per modo d'impedire piuttosto l'entrata nella pianta ai liquidi non nutritivi, che di facilitare l'assorbimento a quelli che pòssono servirle di nutrimento. E l'altro fatto interessante messo ugualmente in chiaro dagli esperimenti del Boucherie, cioè che un tronco tagliato dove da lui spùntano i rami e le radici è atto a succhiare fino ad una certa altezza un liquido estraneo, entro cui peschi, così coll'una delle sue estremità come coll'altra, ne dimostra chiaramente che la direzione del moto del succhio entro i vasi del tronco non è determinata da qualche particolare conformazione dei vasi medèsimi; ma bensì da circostanze ad essi estranee, e per le quali il plutonismo del liquido comincia a ridestarsi piuttosto all'una che all'altra estremità. Tosto poi che il plutonismo è messo in giuoco ad

una delle estremità, i movimenti parziali degli elementi lìquidi successivi si concatènano fra loro come viene richiesto dalla teorìa, per la ragione che l'espansione del lìquido d'un dato elemento pare provocata dalla variazione istessa nella densità e nel volume che subisce il lìquido dell'elemento immediatamente ad esso superiore.

520. Vi sono poi varie maniere di rèndersi ragione del come possa avvenire che nel mentre le radici assòrbono il succhio per trasmètterlo fino agli òrgani vegetàbili collocati più in alto, esse nel tempo istesso si moltiplichino e si prolùnghino; il che richiede una pressione del succhio dall'alto al basso, epperò un movimento in senso contrario di quello già considerato.

Un modo semplicissimo di spiegare questo fenòmeno consiste manifestamente nell'ammèttere che i due movimenti diretti in senso contrario esistano realmente, e si còmpiano simultaneamente in vasi diversi; cioè il moto ascendente entro il canale centrale della radice, e il moto discendente entro i vasellini che scòrrono tra le fibre legnose che costituiscono le pareti degli accennati condotti radicali.

Ma un modo non meno sèmplice, perchè richiede minore apparato di vasi e minore inviluppo di movimenti, consisterebbe nel supporre che negli infiniti canaletti i quali congiùngono il capillizio delle radici colle parti più elevate della pianta succedèssero alternativamente, ad intervalli di tempo impercettibili, i due movimenti opposti di cui si è sopra discorso; cosicchè la pressione fosse una volta diretta dalle radici verso le foglie, e l'altra

volta diretta invece dalle foglie verso le radici. I cambiamenti nella direzione del movimento succedèndosi così rapidamente che a noi non fosse possibile separare un moto dall'altro, ne seguirebbe che gli effetti si produrrèbbero esattamente nel modo istesso come se ciascuno di essi durasse perpetuamente, ed operàssero entrambi continui e simultanei.

Infine potrebbe èssere che le pressioni nelle radici e nelle foglie si esercitàssero realmente nel tempo istesso, e che anche l'assorbimento si operasse simultaneamente dai due òrgani diversi. In quest'ipòtesi, contraèndosi il liquido plutònico, diventerebbe libera la parte centrale dei canali vascolari fino al tronco, restando il liquido istesso aderente alle pareti dei vasi di cui non farebbe che restringere il lume senza otturarlo. Entro alle esilissime ma lunghe aperture s'insinuerebbe per le foglie l'umidità e l'aria, e per le radici i diversi umori ch'esse sono destinate a succhiare: poi sopravvenendo l'espansione del succhio, i vasi si troverèbbero ad un tratto di esso ripieni e traboccanti, e si genererèbbero nelle radici e nelle foglie le due pressioni simultanee dirette in senso opposto.

Quale di questi tre modi sia il vero deciderà un diligente studio dei fenòmeni presentati dalle piante nell'atto della loro nutrizione. In teoria potrèbbero èssere veri tutti e tre, e non è impossibile che tra l'immensa moltitùdine di piante variamente organizzate alcune v'e ne siano ove si verifichi l'uno dei modi, ed altre ove le cose succèdano secondo un modo diverso.

Articolo VII.

Tendenze opposte manifestate dai vegetàbili nel fusto e nelle radici.

Direzioni opposte e verticali dei fusto e del tronco radicale — Principio da cui bisogna partire per la spiegazione del fenòmeno della verticalità — Le antiche ipòtesi immaginate a spiegare il detto fenòmeno fùrono riconosciute insufficienti — Dipendenza del detto fenòmeno dalla gravità — Obbiezione contro l'ipòtesi che il fenòmeno si debba ad una variazione del peso specifico dei flùidi nutritivi — Risposta alla detta obbiezione — Conversione dei rami in radici e viceversa.

521. Non vi è forse fenòmeno negli èsseri del regno vegetàbile il quale si manifesti con tanta costanza quanto la tendenza dei fusti e delle radici a svilupparsi seguendo direzioni contrarie, cosicchè gli uni crèscono all'aperto, àmano l'aria e la luce, e vaghèggiano il cielo; le altre preferìscono l'oscurità, si nascòndono, e si approfòndano nelle viscere della terra. Vèdesi ancora assài frequentemente sì dagli uni che dalle altre seguita così esattamente la linea verticale, che si direbbe fosse stata la loro via disegnata dal filo a piombo.

522. Ponendo mente a ciò che fu esposto a *pag.* 83 *e seguenti* (Sez. I, Capo I, Art. V), circa la verticalità dell'asse delle montagne, intèndesi chiaramente come tutte le produzioni dei liquidi plutònici disposti simmetricamente rispetto ad una linea verticale dovrèbbero per loro natura còmpiersi interamente attorno ad una tal linea; e infatti dalla stessa mai non si scòstano fuorchè per l'azione disturbatrice di qualche non necessaria circostanza che bene spesso non è difficile il determinare.

Niente adunque di più naturale che la verticalità del fusto degli àlberi e del tronco principale delle loro radici; e niente di più fàcile che il render ragione della deviazione dalla verticale a cui vanno soggetti i fusti di moltissime specie di piante.

Come le bolle che fòrmansi al fondo dell'acqua vèngono alla superficie percorrendo una linea verticale, così il liquido nutritivo, che dal fondo delle radici fino alla sommità della pianta diventa tanto più leggiero quanto più sale, dovrà, se non trova impedimenti al suo libero movimento, ascèndere per una linea della stessa natura. Che se sarà obbligato a deviare dall'accennata direzione spiegherà contro l'ostàcolo una forza incessante, diretta a rimòverlo, onde sgombrarsi il cammino lungo la verticale la quale è la linea ch'esso tende naturalmente a percòrrere. Così, per esempio, se la sommità d'un virgulto ancora èsile e assài flessibile si fosse accidentalmente ripiegata, il succhio, che salendo nell'interno de' suoi vasi tende a riprèndere la linea verticale, urta continuamente contro le pareti dei medèsimi, e finisce col rialzarli riconducendo il virgulto alla sua posizione normale.

523. Le ipòtesi fino ad ora immaginate per ispiegare la verticalità dei fusti delle piante, riconosciute insufficienti, vènnero pressochè abbandonate, e quella medèsima che più s'avvicinava alla verità fu generalmente rifiutata, perchè si credette che varj fenòmeni fòssero con essa in contraddizione.

524. Colle ingegnose esperienze di Dutrochet e di Knigt si rese manifesto che il fenòmeno di cui si discorre

dipende in gran parte dalla gravità. Riporteremo la descrizione che ne dà il Richard a pag. 39.

« Dutrochet riempì di terra vegetàbile una cassa
» col fondo forato, e tenùtala sospesa seminò attraverso
» ai fori alcuni fagiuoli germoglianti: così quei grani
» ricevèvano dal basso verso l'alto l'influenza dell'aria
» e della luce, e la terra ùmida trovàvasi collocata al di
» sopra di loro. Si sarebbe quasi creduto di veder le
» radici montare verso la terra collocata al di sopra e il
» fusto invece discèndere verso l'atmosfera collocata al
» di sotto; ma ciò non ebbe luogo. Le radici discèsero
» nell'atmosfera ov'esse non tardàrono ad essiccarsi, le
» piumette al contrario si dirèssero verso l'alto appro-
» fondàndosi nella terra.

» Il sig. Knigt, cèlebre fisico inglese, volle riconò-
» scere per mezzo dell'esperienza, quali modificazioni
» venìssero apportate a questa tendenza dal movimento
» ràpido e circolare impresso ai grani germoglianti. Fissò
» alcuni semi di fagiuoli nei trògoli d'una ruota, la quale
» tenuta in movimento da una vena d'acqua in un piano
» verticale compieva cento cinquanta giri ad ogni minuto.
» I semi posti in buona terra costantemente inumidita
» non tardàrono a germogliare: tutte le radichette si
» dirèssero verso la circonferenza della ruota, e tutte le
» piumette verso il suo centro ».

Se invece che coi semi germoglianti, i trògoli di quella ruota si fòssero riempiti con due lìquidi diversamente pesanti, questi col moto si sarèbbero disposti a somiglianza delle radichette e delle piumette, cioè il

più pesante verso la circonferenza e il meno pesante più pròssimo al centro.

325. Dalle citate esperienze parrebbe potersi immediatamente dedurre che il liquido il quale si trasforma in radice, e serve a nutrirla, dovesse èssere più pesante di quello che nutre il tronco, e in esso trasfòrmasi. Ciò venne infatti supposto, e troviamo nel Richard medèsimo a pag. 38, che tra le diverse spiegazioni del fenòmeno in quistione: « gli uni hanno detto che la radice » tende a discèndere, perchè i flùidi ch'essa contiene » sono meno elaborati e per conseguenza più pesanti » che quelli del tronco »; ma, immediatamente soggiunge: » una tal spiegazione è contraddetta dai fatti. Non si vede » in molti vegetàbili esòtici, quali per esempio, la Clusia » rosea, ecc., svilupparsi le radici sul tronco ad un'al- » tezza assài rilevante, e discèndere perpendicolarmente » per approfondarsi nella terra? Ora in tal caso i flùidi » contenuti in quelle radici aeree sono della stessa na- » tura di quelli che circolano nel tronco, pure queste » radici in luogo di montare com'esso, discèndono invece » verso la terra. Non è dunque la differenza nel peso » dei flùidi che loro imprime questa tendenza verso il » centro della terra ».

Ed a pag. 30 del libro citato si trova:

« Dalle diverse esperienze riportate risulta eviden- » temente che le radici si dirigono verso il centro della » terra, non già perch'esse contèngono un flùido meno » elaborato, nè perchè sono attratte dall'umidità o dalla » materia istessa della terra, ma bensi per un movimento

» spontaneo, per una forza interna, per una specie di » obbedienza alle leggi generali della gravitazione ».

Queste parole ci dimòstrano che la quistione era ancora lontana dal considerarsi come risolta; mentre anche dopo aver messa la mano sulla vera spiegazione, si cerca modo di confutarla, insòrgono mille incertezze, e si ricorre, per ùltimo scampo, ai movimenti spontanei, alle forze incògnite non però schive di obbedire in qualche modo alla gravità.

526. Nella nostra teoria il plutonio vegetàbile entro il seme germogliante comincerebbe a lavorare nell'embrione del colletto. Da questo punto prèndono origine le due produzioni verticali opposte, l'una delle quali dividèndosi in seno all'aria produce i rami, e l'altra sotto terra gènera le radici. Il liquido che cola o resta al fondo a produrre questi òrgani è più pesante di quello che sale a formare il tronco ed i rami. La diminuzione del peso specìfico è da ricercarsi specialmente nella maggior quantità di materie aeree che la nutrizione va svolgendo dal liquido plutònico.

Però se una porzione del detto liquido già salito a considerèvole altezza, e quindi leggiero per molta copia di arie in esso sviluppàtesi, si sèpara da queste per lasciar ricadere la sua parte più massiccia e pesante in qualche òrgano discendente del vegetàbile, posto che per tale separazione il liquido istesso possa diventare idèntico a quello che diede origine alle radici sotterranee, è naturale ch'ei debba convertirsi in òrgani affatto anàloghi alle radici; e con ciò sarebbe spiegata l'apparizione delle

radici aeree della Clusia rosea e delle altre piante affini, uscenti ad un'insòlita altezza dai nodi del tronco.

Dietro gli esposti principj non v'è alcuna difficoltà ad intèndere perchè sì spesso avvenga ne' vegetàbili che il tronco si sviluppi secondo una linea verticale, e che questo abbia una manifesta tendenza a salire; mentre le radici mòstrano invece la tendenza opposta, e fanno ogni sforzo per discèndere. Possiamo anzi dire che spesso un òrgano diventa radice soltanto perchè si sviluppa in direzione discendente, nello stesso modo come avviene che una radice convèrtesi in fusto soltanto perchè sviluppàndosi prese una direzione ascendente.

È però vero che la differenza tra rami e radici proviene in qualche parte anche dalle modificazioni che l'aria e la luce in un caso, il contatto della terra ùmida nell'altro, appòrtano alla combinazione plutònica del succhio; dal che deriva che l'epidèrmide sparisce sotto la terra, ed ivi la traspirazione si effettua in un modo affatto diverso che non alla vista del cielo in seno all'aria.

527. E questo che noi abbiamo asserito, non dipèndere la produzione diversa delle radici e dei rami da qualche intrinseca diversità di struttura delle parti sòlide della pianta, ma piuttosto dalle azioni ora accennate dell'aria, della luce e della terra ùmida sovra il plutonio, e più di tutto dalla direzione da questo seguita ne' suoi movimenti, ci viene assài chiaramente provato da tutti quei vegetàbili capovolti, i cui rami sepolti nella terra prodùcono radici, e le radici scoperte in mezzo all'aria prodùcono rami e foglie.

Articolo VIII.

Circolazione del sangue negli animali.

Dissidenze dei fisiòlogi circa le forze che prodùcono la circolazione del sangue — Difficoltà di analizzare il fenòmeno e mezzi di riuscirvi — Opinioni principali circa le càuse della circolazione del sangue — Opposizioni dei fisiòlogi contro l'opinione che il sangue sia un liquido semovente — Difficoltà incontrate nel determinare la natura della forza risiedente ne' vasi capillari — L'esistenza di questa forza è negata da varj fisiòlogi — Opinione dell'ùnica forza risiedente nel cuore — Opposizioni mosse in Italia ad una tale opinione — Opposizione ad una tale opinione fatta in Inghilterra dal dottor Holland — Circolazioni che si effettuano senza l'intervento del cuore — La forza fondamentale della circolazione è il plutonismo che svòlgesi ne' vasi capillari — Circolazione capillare descritta dal Broussais — Parte presa dal plutonismo nel fenòmeno della circolazione — La velocità del sangue dovuta al plutonismo deve èssere in ragione inversa del diàmetro dei vasi entro cui il sangue si muova — Immobilità delle pareti dei vasi capillari — La facilità con cui il sangue passa attraverso a vasi di un diàmetro esilissimo è un fenòmeno inesplicàbile senza il plutonismo — Modificazioni subìte dal sangue nel suo passaggio dalle arterie nelle vene attraverso ai capillari — Complicazioni crescenti nella circolazione degli animali cominciando da quelli degli òrdini inferiori e ascendendo fino ai vertebrati — Parte presa dal cuore e dalle arterie nel promòvere la circolazione — Azione del sistema nervoso sulla circolazione — Descrizione complessiva del fenòmeno della circolazione — Prova del plutonismo del sangue nei vasi capillari desunta da alcuni interessanti esperimenti del Magendie — Quali siano le forze che fanno passare il sangue dalle arterie nelle vene — Càuse della circolazione venosa — Riassunto — Circolazione chilìfera e linfàtica — Rapporti che lègano fra loro le due forze principali della circolazione del sangue — Alterazioni passaggere della forza pulsante del cuore — Alterazioni della forza plutònica nei capillari — Importanza relativa di queste due forze.

528. Le opinioni dei fisiòlogi circa le forze che prodùcono la circolazione del sangue negli animali sono ancora divise da dissidenze moltiplici e profonde. Non solo vi è discordia nell'assegnare i limiti della partecipazione presa dal cuore, dalle arterie, dai vasi capillari, dalle

vene, dalla respirazione, dalle contrazioni muscolari e dall'intima costituzione del sangue medèsimo; ma mentre alcuni pènsano che il fenòmeno della circolazione sia il prodotto complessivo di tutte le diverse càuse accennate, altri ne scèlgono soltanto alcuna fra esse, qualche volta non più di una, a cui tutto attribuìscono, e si sfòrzano di dimostrare non doversi fare attenzione al preteso intervento di tutte le altre.

529. Il fenòmeno di cui ci occupiamo ha l'apparenza d'èssere sommamente complicato, mentre in realtà sono moltìssime di nùmero e diverse nel modo le forze che contribuiscono a produrlo; ma collegando col mezzo del plutonismo la circolazione del sangue negli animali al movimento dei liquidi nutritivi nelle montagne e nei vegetàbili, e non considerando quella che come un perfezionamento od un ulteriore sviluppo di questo, la decomposizione del fenòmeno ne' suoi elementi si trova già fatta per mano della natura nei diversi èsseri che costituiscono i tre regni della vita, e allora non riesce cosa difficile l'istituirne un'anàlisi accurata.

530. La lotta s'impegnò principalmente e ferve tuttavìa tra quei fisiòlogi i quali sostèngono che le contrazioni del cuore siano l'ùnica càusa del moto del sangue, e quelli i quali opìnano che l'impulso comunicato al sangue dalla sìstole del cuore debba spègnersi alle aperture dei vasi capillari per l'attrito e per le aderenze che nell'interno di tali vasi, stante la moltiplicità dei punti di contatto, dèvono crèscere enormemente; cosicchè, se il sangue può valicare anche questi per gettarsi nelle vene,

appare indispensàbile ch'essi siano appunto la sede d'una forza valèvole a produrre simile effetto.

Pertanto secondo i primi, il sangue andrebbe difilato dal cuore fin nelle vene, e da queste risalirebbe verso il cuore, unicamente per la velocità che il cuore v'imprime; secondo gli ùltimi invece, il passaggio del sangue dal cuore nelle vene richiederebbe almeno la cooperazione di due forze distinte, l'una proveniente dal cuore, l'altra risiedente nei vasi capillari.

Un tempo quando della circolazione non conoscèvansi che i fenòmeni più grossolani e più appariscenti, quando pareva gran cosa l'aver potuto dimostrare che il sangue nelle arterie si scosta dal cuore mentre quello che muòvesi nelle vene accorre verso di lui, era naturale che non si dovesse troppo sottilizzare sulle diverse càuse della circolazione, e che la più fàcile a còglìersi, quella riposta nel cuore, ne fosse considerata come la càusa esclusiva. Tale era infatti l'opinione di Harvey.

Ben presto per altro un esame più accurato dei varj fenòmeni della circolazione fece riconòscere che si era esagerata l'importanza attribuita al cuore, e si sentì la necessità di rintracciare altre forze più recòndite le quali congiunte a quella da lui spiegata valèssero a produrre i molti e varj effetti alla cui spiegazione appariva insufficiente la forza del cuore presà isolatamente. Fu fin d'allora che si pòsero in campo tutte le càuse diverse che di sopra abbiamo sommariamente accennate.

531. L'opinione che più delle altre accostàvasi al vero, quella che riponeva nel sangue istesso la càusa

che lo faceva circolare, emessa francamente da alcuni senza poterla corredare di prove sufficienti, venne generalmente rifiutata; chè anzi, fatta segno di sprezzo e di scherno per parte dei più distinti fisiòlogi, cadde pressochè in totale dimenticanza.

532. Miglior sorte è toccata all'opinione che nei vasi capillari fosse da ricercarsi una delle càuse principali della circolazione del sangue. Essa venne adottata dalla grande pluralità dei fisiòlogi, ed anche al presente conta mólti e forti fautori. Però nel mentre che dessi ammèttono l'esistenza di questa forza, convèngono che non fu possibile ancora il sorprèndere il modo còl quale essa agisce. Èrano inclinati a pensare che i vasi capillari possedèssero, a somiglianza del cuore, la proprietà di contrarsi per spìngere avanti il sangue, e poi di dilatarsi per ricèverne una nuova quantità; ma l'esame microscòpico il più diligente non lasciò mai scòrgere in essi la minima traccia di movimenti, quantunque si vedesse nel loro interno il sangue procèdere avanti rapidamente senza alcuna posa o interruzione. Ammèttere che i movimenti dei vasi capillari esistèssero ugualmente, quantunque non riuscissero percettibili, era il ricòrrere ad un'ipòtesi gratùita che non conduceva allo scopo desiderato; mentre da tali movimenti non potèvano generarsi che forze troppo dèboli e manifestamente sproporzionate all'effetto che con esse volèvasi spiegare. Pertanto a rèndere ragione del movimento del sangue nei capillari si ricorse alla polarità elèttrica, e si trascorse fino a supporre nelle molècole del liquido circolante, trasformate in piccoli animali, una

specie d'istinto che le facesse procèdere per un moto spontaneo. Vèdasi in nota quanto su questo scabroso argomento tròvasi riferito nella fisiologìa comparata del Dugès (34).

535. L'impotenza dei fisiòlogi nel mèttere allo scoperto la natura di quella forza ch'essi asserivano dover esistere nei vasi capillari, venne dagli studiosi diversamente interpretata. Alcuni trovàrono assài naturale che ciò dovesse avvenire, e, partendo dal principio che le forze vitali sono per loro natura inesplicàbili, si accontentàrono di crèdere che la forza misteriosa de' vasi capillari fosse da collocarsi nel nòvero delle forze vitali. Altri più ardimentosi, sdegnando concèdere che l'intelligenza umana avesse così angusti confini da èssere ad

(34) *J'ai détaché d'un coup de ciseaux une portion du muscle droit d'une grenouille et le microscope m'y a fait voir des courants de sang circulant avec lenteur pendant plusieurs minutes. Magendie qui parle également de ce fait, observe avec raison qu'il ne prouve nullement l'indépendance des capillaires; car ce mouvement faible et lent peut n'être qu'un effet d'élasticité, de constriction par cessation de l'effort expansif, tant de la part des capillaires mêmes que de celle des tissus environnants. Nous avions bien constaté, qu'il n'y avait là aucune contraction manifeste, et que le sang semblait y marcher comme spontanément. L'action de l'agent vital sur le sang ne peut elle pas en lui donnant des qualitée comme électriques, le polariser, de manière à lui imprimer dans le système capillaire, de même que dans le corps et les membres des insectes etc., un mouvement qu'on peut alors appeler spontané? Cette supposition n'est pas sans vraisemblance, mais il ne faut pas en exagérer les conséquences, ni en surcharger la théorie, comme le fait, ce me semble, Burdach, en attribuant sur le mouvement circulatoire du sang une grande influence à la polarité, à l'antagonisme des organes avec le cœur. Ce serait pis encore que de placer cette spontanéité des mouvements du sang dans une sorte de vie individuelle dévolue à chaque globule, ainsi devenu un animalcule véritable.*

DUGÈS. *Physiol. comp.* T. II, pag. 492.

ogni passo nella spiegazione de' fenòmeni naturali arrestata dalla presenza di forze affatto imperscrutàbili, per non ammèttere anche ne' capillari una di tali forze, preferirono negarne l'esistenza, e fùrono tratti a risuscitare l'antica opinione di Harvey, che attribuiva per intero la circolazione all'impulso del cuore.

534. Alla testa di questi nuovi propugnatori dell'ùnico impulso troviamo in Francia il cèlebre Magendie, in Germania il dottissimo Muller; ed avvenne, come era da aspettarsi, che una dottrina promulgata ed appoggiata da nomi tanto autorèvoli, si estese con grandissima rapidità, e fu accolta dappertutto con parzialità e favore. È forse in Italia ov'essa trovò le maggiori difficoltà a propagarsi, mentre i nostri fisiòlogi associando in generale allo studio de' libri altrùi quello delle proprie osservazioni, non si làsciano soverchiamente trascinare dall'esempio e dall'autorità, e non si ponno guadagnare che per la virtù di sode ragioni.

535. Fra i molti che oppòsero fra noi un àrgine all'invasione dell'erronea dottrina primeggia il nome illustre di Giàcomo Tommasini. I fatti da lui citati a favore della moltiplicità delle càuse della circolazione sono di tal natura da non lasciar più alcun appiglio a sostenere l'opposta sentenza. Altri fatti in appoggio dell'opinione di Tommasini, i quali si conòbbero soltanto dopo la prima pubblicazione della sua òpera, vi si tròvano aggiunti nell'edizione di Bologna, da noi consultata, per òpera dei dottori Crescimbeni ed N. N., che sovrintèsero a quella pubblicazione. Noi porgiamo in nota un passo interessante

del Tommasini, e l'accennata aggiunta de' suoi benemèriti editori (55).

(55) Nelle rane, nei rospi, nelle lucèrtole, ecc., trasse Haller il cuore fuori dal pericardio. Vide dopo ciò continuare il moto del sangue ne' vasi arteriosi, e in diciassette di questi animali, dopo aver recisi i grossi tronchi dei vasi comunicanti col cuore, vide sorpreso muòversi per qualche tempo il sangue ne' vasi tutti anche i più rimoti. Prima di esso Woodward aveva osservato il movimento del sangue continuare per dieci minuti nella coda recisa d'un animale. Borelli insegnò il primo che, distrutto il cuore, il sangue sèguila a còrrere successivamente per le arterie finchè esse rimàngono perfettamente vuote: ed Haller ingenuo espositore di ciò stesso che contraddice i suoi pensamenti, asserisce che i movimenti del sangue ne' vasi d'un rospo, a cui aveva estirpato il cuore, giunse infino ai 20 minuti; che tagliata l'aorta, il sangue arterioso ha continuati i suoi movimenti per 16, 20, 24 minuti: che in un altro rospo il moto progressivo del sangue si conservò per lo spazio di 15 minuti, dopo chè fu troncata l'aorta, e che lo spettàcolo era assai visibile nei vasi arteriosi e venosi del mesenterio (Haller. *Mémoires sur le mouvement du sang*). Spallanzani ha ripetute le medèsime osservazioni, ed ha rimarcato di più chè non solo si conserva per qualche tempo, dopo l'estirpazione del cuore o la recisione dell'aorta il movimento progressivo del sangue, ma si effettua pure l'acceleramento di velocità per la ferita d'un qualche vaso, come abbiamo poc'anzi accennato (Spallanzani. *Fenòmeni, ecc., pag.* 317, 333, 334, 335). E non è già da supporsi, che il movimento del sangue ne' vasi, supèrstite all'estirpazione del cuore, sia di natura diverso da quello che succede quando il cuore agisce, e che si mostra armonizzato e concorde coi movimenti del sistema arterioso. I movimenti di sistole e diàstole nelle arterie si sono veduti continuare imperturbati dopo che il cuore era stato staccato e che l'aorta era stata recisa; questi stessi movimenti che si sono pur sempre creduti (e che si crèdono tuttora da molti), dipèndere unicamente dall'alterna azione e rilassamento delle pareti del cuore! (*Risultati di esperienze e di osservazioni sui vasi sanguigni e sul sangue*). Ha egli osservato ripetute volte negli animali a sangue freddo bàttere o pulsare l'aorta per qualche tempo, terminata affatto la pulsazione, anzi ogni ombra di movimento nel cuore. Il tubo dell'aorta, conserva nelle rane e nelle salamandre il doppio moto perfettamente regolare di sistole e di diàstole, anche reciso dal cuore, ànche vuotato di sangue,

Veramente nella nota ora da noi riportata la teoria dell'impulso ùnico del cuore viene combattuta per

anche staccato dal corpo interamente. Osservò più volte Bonnet, che recisi alcuni vèrmini in venticinque o trenta pezzi, la circolazione non solo non se ne risentiva; ma la sìstole e la diàstole dei vasi arteriosi si eseguiva ne' pezzi separati colla medèsima regolarità che osservàvasi nel verme intero, e Spallanzani ripetè la medèsima osservazione e col medèsimo successo ne' lombrichi terrestri.

TOMMASINI. *Lezioni Critiche*, ecc., T. III, Lez. 18, pag. 136.

A tutte le gravi difficoltà opposte dall'autor nostro chiarissimo (Tommasini) in questa lezione alla pretesa influenza esclusiva del cuore sul movimento universale del sangue, altre se ne pòssono aggiùngere che vogliamo qui brevemente accennate. E prima di tutto rammemoreremo quel nuovo caso di un feto, registrato da Brodie, nel quale a somiglianza di quelli riferiti da Vogel, Vallisnieri, Winslow, Swieten, Schelhammer la circolazione del sangue operàvasi senza del cuore; e di questo lèggesi la istoria a *pag.* 252 del *Vol. VII* degli *Annali di medicina straniera* del chiarissimo dottor A. Omodei. In secondo luogo faremo menzione di casi di ossificazione del cuore (*Vol. I, pag.* 70 *e seguenti*), di degenerazione molto grande, come quando una gran parte della sua sostanza muscolare è stata convertita in cartilàgine, divenuta ossea o cangiata in una massa lardacea (*Vol. I, pag.* 294 *e Vol. III, pag.* 256), e ciò non di meno siasi mantenuta la circolazione, siccome viene riferito dal Kreysig nella sua òpera = *Le malattie del cuore* =. Egli dice in fatti: « Coloro » che considerano il cuore, come la molla principale della circolazione, » il cui impulso si propaga fino alle ùltime estremità arteriose non » potrann ocertamente dar ragione di un tal fenòmeno; ma all'opposto » se si risguàrdano le arterie come canali esistenti da sè stessi e che » promòvono il circolo del sangue, mercè di una forza propria, sarà » fàcile allora il darne spiegazione. Ed in vero di tal sorta è il fenò» meno suddetto il quale dimostra come il sistema arterioso supplisca » in certi casi il cuore, e che nell'uomo può effettuarsi la circolazione » per lunga pezza senza l'azione di quest'òrgano, come accade nei » bruchi per tutto il corso della loro vita ».

Nota 11.ª degli Editori dott. CRESCIMBENI e dott. N. N. alla lezione 18.ª delle *Lezioni Critiche, ec.*, di TOMMASINI. T. III, pag. 130.

mezzo di fatti i quali dimòstrano piuttosto l'azione indipendente delle arterie che quella de' vasi capillari, e non dobbiamo tacere che il Magendie prese pure in considerazione molti di tali fatti, e che di alcuni di essi seppe produrre spiegazioni abbastanza soddisfacenti.

536. In Inghilterra la teorìa dell'ùnico impulso venne confutata con vasto corredo di scienza e di ragioni convincenti dal chiaro dottor Holland nella sua òpera intitolata: *La filosofia delle forze motrici del sangue.* Egli, fra i molti fatti che riporta in appoggio della sua opinione, descrive un ingegnoso esperimento da lui medèsimo immaginato, e che parrebbe dovesse tagliare il nodo della quistione. È chiaro che se ci si presenterà un solo caso ove in una parte qualunque d'un animale potremo accertarci che il sangue si muove regolarmente quantunque sia tolto all'influenza del cuore, se ne dedurrà la conseguenza che nell'animale vi sono altre forze indipendenti da quella del cuore le quali concòrrono a promòvere la circolazione; il che appunto significherebbe che il cuore non è da considerarsi come l'agente esclusivo della medèsima. Ebbene il dottor Holland ha potuto riconòscere in una placenta isolata la persistenza per circa 20 minuti del regolare movimento del sangue. Quantunque il cordone ombellicale fosse tenuto sollevato onde difficoltare in esso il moto del sangue, pure tosto che nella placenta si ridestò la circolazione vìdesi dalla sua estremità aperta gèmere un po' di sangue, e questo raccolto in appòsito recipiente si trovò èssersi a poco a poco accresciuto fino ad un'oncia e più. I dettagli di questo interessante

esperimento si pòssono lèggere in nota, ove sono riportati colle parole istesse dell'autore (36).

(36) *This fluid is transmitted from the placenta to the fœtus without the aid of any propulsive organ. The capillaries are indeed the only source of motive power shown to exist, and hence, the placenta, separated from the uterus, appeared capable of determining the influence of capillaries, in urging the blood through the long capacious vein. To test the fact, a placenta was procured, twenty minutes after separation from the uterus, and placed with the exception of the cord, in a bladder, which was immersed in water, of the temperature of 100°. Farenheit. The free extremity of the cord, at the same moment was elevated to an angle of 30°, resting on the edge of a glass, and at the distance of a foot from the placenta. At the moment no blood escaped from the vein, but in two minutes from the immersion, it began to flow, and continued for about twenty minutes, and at this time, the glass had received above an ounce.*

Here, then, is an experiment, unexceptionable in its character, demonstrating the power of the capillaries to carry on the circulation, not only in their own complicated net-work of vessels, but in larger vessels, ultimately terminating in a capacious vein. The difficulty to the motion of the blood was intentionally increased, by the elevation of the whole cord above the level of the placenta. Had this organ been immersed, without the bladder, the absorpion or imbibition of the water would have invalidated the results. The water is employed for the purpose of maintaining, what may be conceived to be, the natural temperature of the placenta.

The ascent of the blood arises entirely from the influence of the capillaries. The water excites them to contraction, and the escape of the blood is not opposed by any impediment. The experiment produces no important modification in the conditions of this fluid. The water is not absorbed, nor is the temperature of it elevated above the heat of the body. The consideration of the circulation in this case is not complicated by circumstances acting a tergo, *or in advance of the blood; nor by the agency of respiration, or the struggles of an animal in torture, or placed in a constrained position. Whether the results be regarded as satisfactory or not, the experiment is manifestly free from many objections, which apply to the labours of others in the same field of physiological research.*

HOLLAND. Book. 4, pag. 204.

537. La sola obbiezione che i fautori dell'ùnico impulso potrèbbero fare contro le conclusioni che sèmbrano spontaneamente discèndere dall'esperimento del dottor Holland, obbiezione della quale il Magendie seppe già nella spiegazione d'altri fatti anàloghi trarre abilmente grandissimo partito, si potrebbe riassùmere nel modo seguente: Prima che il cordone ombellicale si recidesse, la circolazione nella placenta si effettuava unicamente per l'azione del cuore; e in virtù di quest'azione succedèndosi rapidamente le onde sanguigne nell'interno dei vasi capillari, è naturale ch'essi dovèssero distèndersi più di quanto corrisponderebbe al loro stato normale se il sangue entro i medèsimi non si accumulasse, o non urtasse con tanto impeto contro le loro pareti per l'azione del cuore. Ora la distensione dei vasi mette in giuoco la loro elasticità, e tosto che cede la forza del cuore che li obbligava a stare distesi, essi, contraèndosi a poco a poco, spingono a muòversi il sangue di cui sono ripieni. Queste contrazioni non potrèbbero costituire una forza propria dei vasi capillari indipendente da quella del cuore; mentre al contrario sono evidentemente una sua conseguenza, o piuttosto altro non rappresèntano che una porzione di quella forza comunicata per mezzo del sangue alle pareti dei vasi capillari, i quali se ne sèrvono a guisa di regolatore della forza diretta del cuore, e non la manifèstano in tutta la sua pienezza che quando quella viene interamente a mancare.

538. A paralizzare l'effetto di questa obbiezione sarebbe stato necessario l'istituire l'esperimento per modo

da rèndere manifesto, che quantunque il sangue si muova ed esca dal cordone ombellicale, pure i vasi capillari non subiscono alcuna diminuzione di volume; cosicchè in essi non pòssono aver luogo le sospettate contrazioni. Invece l'esistenza di tali chimèriche contrazioni viene apertamente ammessa, quantunque senza necessità e senza prove, dal dottor Holland medèsimo.

539. Però in appoggio dell'opinione da noi sostenuta, che sianvi altre forze oltre quella del cuore continuamente attive nel promuòvere i fenòmeni della circolazione, noi crediamo, che meglio d'ogni esperimento valga il rivòlgere debitamente la nostra attenzione sui molti fatti naturali che ci pòrgono indubitàbili e continue prove di circolazioni effettuate in numerose famiglie di èsseri viventi, in cui non esiste alcun rudimento di cuore, non si scòrgono vasi pulsanti, e le contrazioni dei vasi capillari, o sono impossibili come nelle piante, o sono improbàbili come nei zoofiti, in parecchi elminti e in altri animali degli òrdini inferiori.

540. Infatti se in tutte le piante e in sì gran nùmero di animali la circolazione degli umori nutritivi si effettua perfettamente, quantunque non vi sia alcun vestigio di cuore, ci sembra ragionèvole il pensare che la forza motrice fondamentale nella circolazione non si debba cercare nei movimenti del cuore il quale òrgano, anche laddove dispiega il suo potere colla màssima energia, come negli animali degli òrdini superiori, non può èssere considerato fuorchè nella qualità di un meccanismo aggiunto per regolarizzare, e rannodare ad un centro anche la

funzione circolatoria in quegli èsseri ove tutte le funzioni vitali sono fortemente centralizzate.

541. Citeremo per ùltimo un fenòmeno che nella quistione di cui ci occupiamo può èssere considerato come importantissimo e pienamente decisivo; di esso è fatta menzione nel *Compendio Elementare di fisiologia del Magendie;* il che ne dimostra ben anche come quell'illustre fisiòlogo sia assài più amante del vero che delle proprie opinioni, e quello non nasconda nemmeno quando sembri tornare a queste di danno: ecco che cosa troviamo scritto a pag. 405 dell'òpera citata:

« Poichè l'anastòmosi dei vasi dell'ùtero non esiste, » non è presumibile che la circolazione della madre influisca su quella del feto in altro modo fuorchè versando sangue nelle arèole della placenta. Il cuore del » feto sarebbe allora il principal motore del sangue che » circola in essa. Pure si citano feti ben sviluppati venuti » alla luce senza cuore; ma queste osservazioni sono esse » abbastanza esatte? Esistono casi autèntici di placente » affatto disgiunte da feti morti, e che hanno continuato » da sole a svilupparsi. Il signor Ribes ha osservato un » caso di questo gènere in cui il cordone ombellicale era » rotto e perfettamente cicatrizzato. Come mai poteva allora effettuarsi la circolazione in questo òrgano? Concludiamo che i rapporti della circolazione della madre » con quella del feto domàndano nuove esperienze ».

542. I fenòmeni da me studiati e descritti risguardanti la circolazione dei liquidi nutritivi nei minerali e nei vegetàbili, non che quelli già noti da lungo tempo,

presentati dagli animali degli òrdini inferiori, mi tràggono a dover ricercare nel plutonismo la càusa fondamentale della circolazione, e quindi ad ammèttere che la forza motrice risieda principalmente ne' vàsi capillari.

543. Nel trattato di fisiologia applicata alla patologia dell'ingegnoso ed eloquente Broussais trovài svolte così maestrevolmente alcune delle idèe ch'io m'era formato sulla maniera con cui il sangue si comporta nel suo passaggio attraverso ai vasi capillari, che non posso trattenermi dal riportare in nota gran parte dell'articolo che esso intitolò: *circolazione capillare* (87).

(87) *Sans doute il est un réseau capillaire qui pénètre toutes les parties; mais lorsque ces capillaires sont arrivés à un certain degré de ténuité, ils disparaissent, et le sang qu'ils contenaient est véritablement extravasé. Il circule dans les interstices de la matière animale fixe, qui partout est poreuse, non plus en masses considérables, pas même en petites colonnes, mais molécule à molécule, dans un contact immédiat avec celles de cette matière, et c'est là que doivent s'opérer les phénomènes de la nutrition, de la composition, et ceux de la décomposition: c'est là que se vérifie, pour le corps vivant, cet axiome des chimistes:* Corpora non agunt, nisi sint soluta aut fluida. *C'est par le rétrécissement successif des filières que la nature arrive à ce but, et l'on conçoit que les dernières ne peuvent plus être des tuniques organisées contenant elles-mêmes d'autres vaisseaux. Un coup-d'œil sur la chaîne des animaux doit jeter quelque jour sur cette question.*

Les premiers élémens de l'animalité, tels que les animaux infusoires, les polypes, n'offrent aucune trace de vaisseaux. Leur tout est homogène; c'est une matière animale poreuse, toujours identique dans son organisation, quel que soit son volume. Elle absorbe, elle admet dans son interstice le matériaux de sa nutrition; elle se les approprie, rejette le superflu, et sécrète son phosphate calcaire, sans avoir besoin ni de vaisseaux ni de nerfs. Voilà le type du système parenchymateux ou du tissu propre des organes: c'est de là qu'il faut partir pour se faire une idée de la circulation.

Aussitôt qu'une masse de matière animale est chargée d'autres fonctions que de l'assimilation, ou plutôt lorsque la nutrition exige des actes compliqués, et que la génération spontanée se rencontre, les vaisseaux et les nerfs existent. Il

544. Il plutonismo del sangue svòlgesi dappertutto ove esso serve alla nutrizione, e col plutonismo dèstasi in esso la forza principale che è in tutti gli èsseri vivi

y a dans les vers un vaisseau central qui parcourt toute la longueur de l'animal, et qui envoie des rameaux dans les différentes régions du corps, et un appareil nerveux pour diriger l'action de ce vaisseau; mais ici point de cœur. Les fluides sont portés du canal digestif dans le dépôt vasculaire, et de celui-ci dans la matière animale non vasculaire. On ignore si celle-ci les renvoie au dépôt; mais toujours est-il certain que la plus grande partie de la masse de l'animal n'est point vasculaire. Les vaisseaux sont très-courts, et on les voit, aussitôt après leur sortie du grand vaisseau du dépôt, verser leur fluide dans cette matière vivante, qui peut être comparée à celle du polype, et qui forme, je le répète, la plus grande partie de la masse de l'animal.

Dans les mollusques on trouve un cœur avec un seul ventricule; mais les vaisseaux qui en partent sont encore peu multipliés; de sorte que la gélatine ou l'albumine non vasculaire forme encore la plus grande masse de l'animal, et sécrète seule le phosphate calcaire; car, certes, le limaçon et l'huître n'ont pas plus besoin de vaisseaux pour sécréter leur coquille que le polype pour former son corail.

Dans les insectes, il se trouve plus de complication; cependant on peut assurer que le système vasculaire y est très-borné, et que la matière animale sans vaisseaux y est encore en grande quantité.

Au-dessus de ces degrés, les animaux présentent plus de variétés dans leurs différentes parties, plus de complication dans leurs fonctions, et le système vasculaire se multiplie, avec les nerfs, dans la même proportion; toutefois, il est encore si peu de chose dans les poissons et les reptiles, que leur circulation ne saurait les soustraire à la mort, s'ils sont soumis au degré de froid qui correspond à la congélation. On peut donc affirmer, sans craindre de se tromper, que la majeure partie de la masse de ces animaux n'est point vasculaire, mais consiste, comme celle du polype, dans une matière animale, dans les interstices de laquelle les fluides se meuvent sans le secours des tuniques artérielles ou veineuses. Ces vaisseaux se terminent après y avoir versé leur contenu, et l'action organique des molécules non vasculaires leur fait subir des changemens, et leur imprime seule le mouvement, jusqu'à ce qu'ils soient repris par les radicules des veines; un cœur uni-ventriculaire et fort éloigné ne peut rien assurément sur cette espèce de progression.

Enfin, lorsqu'on arrive aux animaux à sang chaud, les vaisseaux sont multipliés, le cœur est fort énergique; il a deux ventricules, et son impulsion retentit

l'agente fondamentale della circolazione. Ora è chiaro che il plutonismo appena sensibile nel tragitto che fa il sangue pe' grandi vasi debba mostrarsi attivissimo ed

fort au loin dans le système vasculaire: tout cet appareil est muni de nerfs particuliers. Mais est-ce à dire que le cœur préside seul aux mouvemens des fluides, ou même que là où son influence cesse de se faire sentir, elle soit toujours remplacée par celle des tuniques des vaisseaux capillaires? Non, sans doute. La base première de l'animalité, la matière parenchymateuse, analogue à celle du polype, ne disparaît jamais; c'est elle qui constitue le tissu propre de chaque organe. Sans doute elle s'y trouve plus variée dans ses formes que chez les animaux du plus bas étage: mais cette différence n'est pas encore si grande que l'on serait tenté de le croire au premier abord. La gélatine, l'albumine, la fibrine, ne sont-elles pas la base de tous nos tissus; et ne les retrouve-t-on pas également dans les mollusques et dans les poissons? La fibrine manque peut-être aux polypes; mais le mucus, mais la gélatine s'y rencontrent; et l'on sait que la fibrine n'est qu'un degré de perfectionnement de ces deux formes, qui appartient aux animaux plus élevés dans l'échelle zoologique. Quant aux formes diverses de la matière animale fournie par les sécréteurs, tels que le lait, la bile, la salive, etc., elles proviennent des trois formes primitives.

Si ces trois formes n'ont pas besoin de vaisseaux pour exister dans les animaux des plus basses classes, pourquoi voudrait-on que ce secours fût indispensable chez les mammifères? Les vaisseaux sont destinés à leur apporter les matériaux nutritifs; mais lorsqu'ils les ont versés dans leurs tissus, ils disparaissent, n'en doutons point. Que signifie cette multiplication de vaisseaux jusqu'à l'infini, que l'on admet généralement? Que ceux d'un certain volume en contiennent d'autres dans leurs parois; que même ces derniers, lorsqu'ils sont encore assez gros, en renferment d'autres d'un troisième ordre, cela se conçoit; mais qu'il n'y ait point de terme à cette multiplication, c'est une chose inadmissible. Je pense même qu'elle ne s'étend pas fort loin, et que, dans plusieurs organes, les vaisseaux se terminent brusquement en déposant leurs fluides entre les molécules du tissu primitif, soit gélatineux, soit albumineux, soit de fibrine. La pulpe blanche du cerveau, les tendons, les ligamens, les os, les muscles même, me paraissent dans ce cas. Quant aux poumons, au foie, à la rate, au canal digestif, ils sont sans doute bien plus remplis de vaisseaux; mais ces vaisseaux eux-mêmes, devenus capillaires, ne sont plus que des cylindres de gélatine non vasculaire. Les tissus cellulaires, les membranes fibreuses qui servent à contenir les faisceaux vasculaires dans la rate, par exemple, et dans les tissus érectiles,

efficacissimo ne' vasi capillari; ed anche in questi tanto più attivo e più efficace quanto più è piccolo il loro diàmetro.

sout dans le même cas. Il en est ainsi des membranes muqueuses, sortes de parenchymes où les vaisseaux disparaissent très-brusquement. Pour les tissus séreux, aréolaires, graisseux, l'inflammation nous prouve qu'ils sont très-vasculaires; mais toujours la même remarque subsiste: leur vaisseaux, soit sanguins, soit lymphatiques, sont des cylindres de gélatine non composée. Les glandes lymphatiques paraissent très-peu vasculaires, vu la manière dont l'inflammation s'y comporte; on sait avec quelle facilité elle s'y éteint, et cela doit les faire considérer comme formées en majorité, ainsi que les tendons, par une masse de gélatine munie d'un petit nombre de vaisseaux lymphatiques et sanguins avec un peu de matière nerveuse.

Le phosphate calcaire et les différens sels qui se combinent aux tissus pour leur donner certains degrés de consistance, d'élasticité, etc., n'exigent pas plus, selon moi, le secours des vaisseaux sécréteurs que chez les zoophytes et chez les mollusques. Ces sels sont rassemblés par la matière animale elle-même qui les forme avec du sang. Je pense qu'il en doit être ainsi des autres sécrétions, et que tous les vaisseaux non sanguins que l'on remarque dans les organes qui les fournissent ne sont point chargés du soin de séparer du sang la matière qui sort de ces glandes, mais seulement d'en recueillir les molécules, et de les rassembler en masse pour les conduire à leurs destinations respectives.

Ainsi donc il me paraît que la matière organique primitive, non vasculaire, est beaucoup plus abondante dans notre économie qu'on ne le croit communément. Je pense que c'est elle qui est chargée des assimilations, des compositions, des décompositions, des sécrétions, et de la formation des humeurs dont les analogues ne se trouvent point dans les fluides circulans, en un mot, de tout ce qui concerne la chimie vivante ou organique. Je crois que les vaisseaux, de quelque ordre qu'ils soient, ne sont point les agens de ces phénomènes, qu'ils n'y concourent qu'en apportant à la matière non vasculaire les fluides dont elle a besoin, et en reportant ces fluides, leur superflu, ou ceux de nouvelle formation, soit dans le torrent circulatoire, soit dans certains dépôts où ils doivent servir à l'accomplissement de quelque fonction.

Je crois aussi que c'est dans cette matière animale formant la base des tissus, et qui contient toujours plus ou moins de matière nerveuse, que se développent tous les phénomènes pathologiques; je pense que les vaisseaux et les nerfs proprement dits ne sont affectés que secondairement, les uns pour apporter des

543. Siccome la nutrizione non si effettua che alla superficie di contatto fra il lìquido che nutrisce e il sòlido che deve èssere nutrito, così è chiaro dover essa

fluides, les autres pour transmettre la stimulation aux parties correspondantes. En admettant ces propositions, on doit sentir que les phénomènes de la circulation moléculaire qui ont lieu dans la matière sans vaisseaux, ont dû être confondus avec ceux de la circulation vasculaire; et en effet, on a compris tout cela dans l'histoire de ce qu'on appelle la circulation capillaire. *Cette distinction est pourtant d'un haut intérêt pour évaluer les forces qui concourent à la progression du sang, et nous allons tâcher de le faire comprendre.*

Arrivé dans le système ou réseau capillaire, le sang est à la disposition de tous les tissus; comme les anastomoses sont nombreuses, il peut être attiré dans tous les sens par les stimulations qui se développent dans les diverses régions de la matière animale. Mais s'il n'est point dévié de son cours, il parvient dans les veines, et retourne vers le cœur sans éprouver beaucoup d'extravasion; je dis beaucoup, *car il en éprouve toujours, puisqu'il faut bien qu'il serve à la nutrition des parties, et qu'il fournisse à certains sécréteurs dont l'action n'est jamais interrompue. Il n'y a donc que du plus ou du moins dans son extravasion; mais enfin il n'est pas tout extravasé. Nul doute qu'une foule de radicules veineuses ne soient continues avec les artérioles, puisque les inspections microscopiques l'ont démontré. Voilà ce que j'appelle la grande route ou route directe du sang. Elle existe sans doute dans tous les organes, ou du moins à côté d'eux; mais elle doit être plus large, si je puis, m'exprimer ainsi, dans le poumon, où le sang noir ne se présente que pour être soumis à l'action de l'air; dans le foie, où il en parvient beaucoup plus qu'il n'en faut pour la sécrétion de l'organe et pour sa nutrition; dans la rate; dans le canal alimentaire, qui, hors le temps de la digestion, en reçoit beaucoup plus qu'il n'en a besoin pour son entretien. Il est encore des tissus où cette route est considérable; tels sont les muscles qui en reçoivent abondamment pour fournir aux contractions qui peuvent leur être demandées, et qui peuvent aussi rester long-temps inactifs.*

Mais, en échange, il est beaucoup de tissus où les capillaires sanguins sont peu nombreux, parce que les fonctions départies à ces organes n'exigent pas une dépense de sang aussi considérable que les précédens. De ce nombre sont les tendons, les ligamens, les os; tissus qui, bien que formant une grande partie de la masse de l'individu, ne concourent à l'exercice des fonctions que d'une manière passive. Ils ont une force d'inertie; *cette force dépend de leur composition, et celle-ci est l'effet de la nutrition. C'est donc pour la nutrition que le*

principalmente effettuarsi nei capillari, ove, per la smisurata loro divisione, i punti di contatto rièscono senza confronto alcuno più numerosi che non nei grandi vasi. La velocità con cui si muoverà il sangue nell'interno dei vasi capillari in conseguenza del plutonismo dovrebbe èssere inversamente proporzionale al diàmetro de' vasi istessi. Ciò s'intende dietro queste sèmplici considerazioni: la forza motrice è proporzionale all'espansione subita dal liquido nell'interno del vaso, la quale anch'essa è proporzionale alla superficie del vaso, od al suo diàmetro trasversale moltiplicato per la lunghezza: la massa che deve èssere posta in movimento per l'azione della detta forza è rappresentata dal sangue che riempie il vaso, e quindi è proporzionale al suo volume, ovvero al quadrato del diàmetro accennato moltiplicato ancora per la lunghezza; e siccome la velocità è proporzionale al

sang est apporté; aussi n'en reçoivent-ils qu'une petite quantité, et presque tout celui qui leur parvient s'extravase dans la matière animale qui les constitue. Je serais même tenté de croire que la totalité de ce fluide y éprouve cette extravasion, et que par conséquent la grande route, ou route directe, ne s'y trouve pas, mais existe dans les environs.

Il en doit être ainsi de la sclérotique et des membranes qui sécrètent les humeurs de l'œil: la grande route du sang ne saurait y exister; mais le sang peut en être dévié par les vaisseaux qui forment les procès ciliaires, et par ceux de la choroïde et de la conjonctive.

. . . .

Les développemens que je viens de donner me paraissent propres à concilier les opinions des physiologistes qui veulent que le sang soit poussé par le cœur jusque dans les veines, avec les opinions de ceux qui prétendent que les capillaires influent seuls sur sa progression. Je crois avoir parlé d'après les faits, et j'ose espérer que les expériences viendront bientôt à l'appui de cette théorie.

BROUSSAIS. *Traité de physiologie appliquée à la pathologie.* T. II, pag. 216.

rapporto che esiste fra la forza e la massa posta in movimento, così ne seguirà che la velocità sarà proporzionale al diàmetro diviso pel quadrato del diàmetro stesso, ovvero sarà inversamente proporzionale al diàmetro medèsimo.

Questa prima conseguenza della nostra teoria pare assài bene verificata dai fatti: almeno troviamo dal Magendie consegnata la seguente osservazione: « ogni volta » che un capillare contiene un maggior nùmero di glò- » buli del suo vicino, si trova èssere la sede di una ve- » locità assài più piccola (*) ».

546. Un'altra immediata conseguenza del modo di operare della forza plutònica nell'interno dei vasi capillari si è l'assoluta immobilità delle pareti di questi nel mentre che il sangue procede senza alcuna interruzione nel suo cammino progressivo. Essendo ciascun vaso una sorgente inesausta e incessante di una data quantità di forza la quale si mantiene costante, stabilito una volta l'equilibrio fra tutte le pressiòni provenienti dal complesso di quelle sìngole forze, tale equilibrio rimane inalterato. Ora la mancanza d'ogni movimento nelle pareti de' vasi capillari è fenòmeno riconosciuto e ammesso da tutti i fisiòlogi, fin anche da quelli che pur credèvano aver bisogno di tali movimenti per spiegare, secondo il loro punto di vista, i diversi fenòmeni di movimento che il sangue dimostra nel loro interno allorchè vien sottoposto ad accurata osservazione. Di questa mancanza d'ogni

(*) Magendie. *Ph. Ph. de la vie.* T. III, Lez. 15, pag. 271.

contrazione nei vasi capillari rende testimonianza il Dugès, come si può lèggere alla nota 54 che noi abbiamo inserita alla *pag.* 408. E il Magendie così si esprime in una nota da lui posta, a *pag.* 356 del suo *Compendio elementare di fisiologìa*, all'articolo intitolato: *corso del sangue arterioso nelle vene polmonari.*

« Nel polmone dei rèttili col soccorso d'una sèmplice lente, si vede il sangue passare dalle arterie nelle vene senza che si scorga giammài movimento alcuno dei vasi. Pure il minimo cangiamento di dimensione sarebbe visibilissimo; avviene lo stesso in quegli animali a sangue caldo nei quali si può vedere il sangue attraversare i capillari ».

547. La facilità con cui il sangue passa attraverso agli esilissimi vasi capillari costituisce un fenòmeno misterioso che fermava a buon diritto l'attenzione di tutti i fisiòlogi. Il Magendie nelle sue *Lezioni sui fenòmeni fisici della vita, Tomo IV*, ne parla in due diverse riprese. La prima volta nella *Lez.* 3 a *pag.* 40, si esprime a questo modo:

« Ora, se vogliamo analizzare per mezzo del ragionamento questa circolazione, siamo sorpresi ch'essa possa effettuarsi in tubi di un 100mo, o di un 80mo di millimetro, e ciò tanto più, perchè se si vuol far passare dell'acqua od altro liquido anàlogo in tubi di vetro di un dècimo di millimetro, s'incontra la più grande difficoltà. Se prèndesi un diàmetro ancora più piccolo, il passaggio diventa quasi impossibile, qualunque sia la forza d'impulsione che vògliasi impiegare. Avviene

» lo stesso injettando acqua nell'arteria mesentèrica d'una
» rana per farla arrivare alla vena corrispondente. Il li-
» quido si spande in gran parte nei tessuti circostanti:
» soltanto una piccola quantità arriva alla sua destina-
» zione ».

» Ella è pure una proprietà molto notàbile questa
» che ha il sangue di muòversi liberamente attraverso
» a tubi di un 100mo di millimetro, sotto l'influenza di
» una forza poco considerèvole. Io so che questo fenò-
» meno non presenta imbarazzo di sorta ai fisiòlogi, i
» quali ricòrrono al compiacente e còmodo intervento
» della *vita* nelle funzioni: noi conosciamo il valore di
» queste deccezioni ».

E nella lezione seguente, a pag. 54, ritorna sull'argomento, e si esprime con queste parole:

« Avvi in fisica un fatto assài notàbile per stabilire
» un tèrmine di confronto tra i fenòmeni del moto del
» sangue nei nostri òrgani, e la circolazione dei liquidi
» nei tubi inerti, ed è la pressione enorme che bisogna
» impiegare per far passare dell'acqua in un tubo di
» piccolissimo diàmetro, mentrecchè il sangue attraversa
» facilmente i tubi assài più èsili che abbòndano nei
» nostri tessuti. Bisogna adunque che vi siano delle con-
» dizioni che facilitano questo passaggio ».

La condizione che facilita questo passaggio, rimasta finora inavvertita, è manifestamente il plutonismo del sangue. La piccolezza dei vasi capillari che in ogni altra ipòtesi parcva dover èssere un ostàcolo quasi insuperàbile al libero movimento del sangue, nell'ipòtesi del plutonismo

diventa essa medèsima cagione di velocità. Epperò se non vi fòssero altre prove del plutonismo del sangue, basterebbe per forzarci ad ammètterlo il vedere con quanta spontaneità esso si presta alla spiegazione completa dei varj fenòmeni ora descritti.

548. Riteniamo pertanto che il sangue penetrato nei capillari procede avanti, e va raccoglièndosi nelle vene, in virtù del plutonismo che dentro ad essi lavora con grande attività. Le azioni chìmiche, le quali entro i vasi capillari svòlgono il plutonismo del sangue, ne modificano ben anche la natura, almeno per tutta quella parte che, venendo a contatto delle pareti, può sentire l'influenza della forza catalitica. Dei nuovi lìquidi che per tal modo si fòrmano una porzione serve a nutrire le pareti stesse dei vasi, e l'altra porzione, trasudando da esse, si versa nei parenchimi circostanti non vascolari. I detti lìquidi sono anch'essi plutònici: entrati ne' parenchimi sèrvono alla loro nutrizione, e si tròvano in continuo movimento in virtù del quale quella parte che non si disperde attraverso alla cute si càrica di detriti orgànici, e finisce per èssere anch'essa spinta nelle vene, e rientrare nel torrente della circolazione. Egli è appunto per le diverse modificazioni subite dai liquidi che hanno passato attraverso ai parenchimi che la natura chimica del sangue venoso presenta notàbili differenze, secondo che l'esame s'istituisce sovra il sangue estratto da un tronco venoso piuttosto che da un altro. Invece il sangue arterioso, tratto da qualunque parte dell'animale, non manifesta la minima eterogeneità.

Il Magendie dice, che il sistema de' vasi capillari « forma la trama della maggior parte degli òrgani. Il » sangue vi circola, si può dire, in un modo vago, por- » tàndosi nel tempo stesso verso tutte le direzioni, de- » viando dal luogo ove trova qualche ostàcolo, affluendo » invece da ogni parte verso il punto ove esiste irrita- » zione (*) ».

549. Fra i zoofiti e fra gli elminti vi sono varie specie animali in cui non si riconosce alcun vestigio di cuore, o di arterie, o di vene. La loro massa non è altro che un tessuto di vasi capillari e di una polpa animale non vascolare. Tutta la circolazione ridùcesi in essi ad un continuo spostarsi del sangue per rivòlgersi, nel tempo stesso, verso tutte quante le direzioni.

In altre specie degli stessi òrdini il sistema vascolare comincia a farsi più complicato, ed appariscono rudimenti di arterie che sono in relazione coll'apparecchio digestivo, o cogli òrgani della respirazione.

Nei molluschi, o negli animali articolati, l'apparato circolatorio dimostra una complicazione ancora più grande. Già nei molluschi il circolo è completamente chiuso, e il movimento del sangue si compie dalle arterie nei vasi capillari, e da questi attraverso alla polpa animale; e qualche volta il sangue, raccoglièndosi in un vero sistema venoso, ritorna nelle arterie. È a notarsi che mentre per alcuni di essi il movimento del sangue si effettua sempre in una stessa direzione, per altri invece vèdesi oscillare

(*) MAGENDIE. *Précis élém. de physiologie*. Pag. 48.

entro i medèsimi vasi, ora in una direzione, ora nella direzione contraria. « Presso tutti gli articolati, » dice il Dugès a *pag.* 433 del *Tomo II*, « vi è almeno un vaso » principale, e spesso un rigonfiamento cardiaco, sempre » situato dalla parte del dorso, e perpetuamente agitato » da contrazioni oscillatorie ». È adunque in questi animali ove cominciano ad apparire i vasi pulsanti e i primi rudimenti del cuore.

Insieme coi successivi sviluppi dei vasi arteriosi vèdesi perfezionarsi lo svolgimento del sistema nervoso il quale in ogni stadio della vita animale non manca di gittar rami che dappertutto accompàgnano i vasi arteriosi.

Negli invertebrati ove appariscono vasi pulsanti e rigonfiamenti cardiaci pare che incomincino altre forze oltre quella del plutonismo a dimostrarsi attive nel produrre il movimento del sangue; ma di ciò non può restare alcun dubbio, quando si consideri la circolazione negli animali vertebrati, ove il sistema vascolare conta un nùmero considerèvole di arterie e di vene, e un cuore a cavità moltiplici.

550. Mentre il sangue scorre ne' grandi vasi e promove la nutrizione delle loro pareti, non si può dire che sia nullo il plutonismo, ma certo è insufficiente a spostare tanta massa di sangue, e a comunicarle tutta quella velocità ch'essa realmente possiede. Il cuore preso nel suo complesso si può considerare come un robusto mùscolo cavo il quale contraèndosi ravvicina l'una all'altra le interne pareti in modo da impiccolirne la cavità, od anche obliterarla interamente. È certo che il contatto del sangue

basta a provocare queste contrazioni le quali d'altronde pòssono anche èssere promosse per scàriche di flùido biòtico attraverso i nervi che màndano le loro radici nell'interno del viscere stesso. La tònaca media delle arterie è di natura fibrosa, epperò anch'essa contràttile; quindi alle arterie si addice perfettamente l'espressione usata per qualificarle da Marshall Hall il quale le chiama « *un secondo cuore in forma allungata* (*) ».

Quando, per la sistole del cuore, la nuova onda sanguigna entra con impeto nelle arterie già piene di sangue, queste nel primo istante, cedendo alquanto alla pressione, si allùngano e si allàrgano, poi immediatamente ritòrnano sopra sè stesse, in parte per la naturale loro elasticità, e in parte per una viva contrazione provocata nelle loro fibre dal contatto del liquido nutritivo il quale per la pressione dianzi accennata si fece strada fino ad esse. Anche in questo caso la contrazione può èssere promossa dalle scàriche di flùido biòtico che i nervi, i quali dappertutto accompàgnano le arterie, pòssono effettuare sopra le loro membrane. Le alternative di dilatazione e contrazione subite dalle arterie, isòcrone in generale alla sìstole e diàstole del cuore, costituiscono il fenòmeno conosciuto sotto il nome di *pulsazioni delle arterie*.

551. Parrebbe a primo aspetto che la parte da noi attribuita al sistema nervoso, circa al provocare la sìstole del cuore e la contrazione delle arterie, costituisse un superfluo duplicato con quella che spetta indubitabilmente

(*) HOLLAND. Book 4. pag. 196.

al contatto del liquido nutritivo colla materia delle loro pareti. Ma è da considerarsi che quando le due azioni òperano simultaneamente, esse sèrvono a completarsi scambievolmente, il che è necessario perchè si mantenga l'uniformità de' movimenti e l'armònica loro coordinazione. Di più la circolazione sarebbe inutilmente centralizzata nel cuore e nelle arterie, se per mezzo del vincolo accennato non fosse posta sotto la dipendenza del sistema nervoso. Infatti quale unità avrebbe potuto scòrgersi nei fenòmeni della màcchina animale, se i due principali suoi congegni, il sistema vascolare e il sistema nervoso, avèssero potuto isolarsi, lavorare separatamente ciascuno a modo suo, senza alcun riguardo alle modificazioni che nell'altro potèssero intervenire? Le funzioni più elevate della vita animale vèngono esercitate dal sistema nervoso, e tutte le altre funzioni fùrono centralizzate affinchè il sistema nervoso potesse sovra di esse estèndere con facilità la sua influenza, dirigerle e dominarle.

552. Pertanto prendendo ad esaminare con qual òrdine e come si còmpiono i diversi atti della circolazione noi vediamo che il sangue contenuto nel ventricolo sinistro del cuore in virtù della sistole viene espulso da questo viscere, e spinto a forza dentro le arterie: queste si dilàtano un istante, e poi alla dilatazione subentra la contrazione la quale può aver luogo rapidamente quantunque le arterie siano piene di sangue, per la ragione che questo liquido può considerarsi come compressibile in conseguenza della gran quantità di materie gasose ch'esso contiene. La contrazione delle arterie tradùcesi

sul sangue in una pressione che lo costringe ad insinuarsi nelle radici del sistema capillare. Però l'azione del cuore e delle arterie non può stèndersi molto profondamente nell'interno dei vasi capillari; mentre le resistenze di attrito e di aderenza sono più che sufficienti a spègnerne ogni attività. Se il sangue adunque continua a muòversi nei capillari, e da essi fa passaggio alle vene, ciò non può èssere che in virtù del plutonismo. Come abbiam visto che il plutonismo solo sarebbe insufficiente a spiegare il movimento del sangue nel cuore e nelle arterie, così siamo obbligati a riconòscere quali insufficienti le forze spiegate dal cuore e dalle arterie onde far progredire il sangue nei vasi capillari.

353. Injettando nelle vene materie liquidissime ed innocue, pure l'animale soccombe per soffocazione; e ciò, perchè desse, giunte nei capillari de' polmoni, ivi si accùmulano, e li ostruiscono completamente. Ma perchè tali materie dèbbano stagnare là dentro, e non èssere spinte avanti dalle onde sanguigne sopravvegnenti, è cosa tanto fàcile ad intèndersi per chi crede che nei capillari la forza esausta del cuore debba èssere rilevata dalla forza plutònica, quanto riesce inesplicàbile a chi professa l'opinione contraria.

E lo stesso Magendie a cui la fisiologia va debitrice della maggior parte dei fatti accennati, non dissimula che la teoria da lui sostenuta è affatto insufficiente a pòrgerne la spiegazione. Ecco come egli si esprime su questo argomento nelle sue lezioni sui *Fenòmeni fisici della vita* (*T. III, Lez.* 8, *pag.* 140).

« L'olio d'uliva injettato nelle vene cagiona rapida-
» mente la morte per l'ostruzione della rete capillare.
» Succede lo stesso coi liquidi mucilagginosi come l'acqua
» di gomma, il siroppo di destrina, l'emulsione cere-
» brale, ec. Come adunque il sangue può mai procèdere
» avanti in questi canali infinitamente piccoli? La visco-
» sità non è forse una càusa di rallentamento, anzi di
» completo stagnamento della circolazione? Ben al con-
» trario, ciò che sarebbe pei tubi inerti una condizione
» delle più sfavorèvoli diventa pei tubi viventi una condi-
» zione indispensàbile all'integrità dei fenòmeni idràulici.
» Certo, il sangue è viscoso, più viscoso che le sostanze
» le quali injettate cagiònano immediatamente la morte.
» Togliete al sangue la sua viscosità, esso trasfòrmasi in
» un flùido improprio a muòversi dentro a' suoi tubi ».

E in altro luogo della stessa òpera (*T. II, Lez.* 9, *pag.* 137) egli domanda: « Come mai una sostanza così
» innocua come è l'olio, può cagionare gli accidenti i
» più gravi ed anche la morte pel solo motivo della sua
» viscosità? »

Noi però abbiamo visto che egli medèsimo ha riconosciuto èssere il sangue più viscoso dell'olio, e che quindi non è a ricercarsi nella viscosità la càusa per cui l'olio arrestàndosi ne' vasi capillari li ostruisce, rompe le comunicazioni fra le arterie e le vene, impedisce la circolazione del sangue, e cagiona i gravi accidenti menzionati di sopra ed anche la morte.

L'ùnica e vera cagione per la quale l'olio si arresta ne' capillari è riposta in ciò che l'olio non è sangue;

e siccome il sangue quando è entrato ne' capillari non progredisce in essi se non che in virtù del suo plutonismo, così ogni liquido non plutònico, od anche ogni liquido plutònico di cui però il plutonismo non si svolga pel contatto colle pareti di quei vasi capillari, infine ogni liquido che non sia sangue dovrà arrestarsi, come fa l'olio, ne' vasi capillari ed ostruirli.

Se il passaggio del sangue attraverso ai capillari non fosse l'effetto di una forza particolare, intimamente legata alla natura istessa del sangue; ma succedesse per l'impulso comunicato al sangue dalle contrazioni del cuore, non vi sarebbe ragione per cui l'olio entrato ne' capillari non avesse ad èssere spinto più avanti per l'urto del sangue sopravveniente.

Questo fenòmeno scoperto ed illustrato dal più insigne sostenitore dell'opinione che le contrazioni del cuore costituiscono l'ùnico agente della circolazione, è pure di tal natura che può quasi da solo fornirci una prova perentoria dell'opinione contraria.

554. Noi pertanto riteniamo come dimostrato che il sangue uscito con impeto dal cuore e premuto dalle arterie pènetra nelle radici dei vasi capillari, ove rallentato dall'attrito e trattenuto dall'aderenza delle pareti diventerebbe stagnante, se da esso non si svolgesse, in virtù del plutonismo, una nuova forza la quale espandèndolo fa ch'esso prema in tutte le direzioni, e quindi proceda avanti verso quella dove incontra la minore resistenza, epperò progredisca verso le vene; mentre il retrocèdere verso le arterie gli viene impedito dall'onda sanguigna

che continuamente muove da esse. Così l'ufficio del cuore e delle arterie si trova ridotto a fornire continuamente nuovo sangue vitale a tutti gli ammassi di vasi capillari che costituiscono i diversi òrgani dell'animale, e inoltre a tògliere con un àrgine liquido la possibilità di retrocèdere al sangue messo in movimento dal plutonismo nell'interno de' vasi nominati.

Abbiamo visto come ne' vasi capillari la càusa principale, anzi quasi esclusiva, del movimento del sangue sia riposta nel plutonismo. È in virtù di questa forza ch'esso attraversa i detti vasi, e si getta con una determinata velocità nelle innumerèvoli radici delle vene.

555. Una tal velocità, dalle estremità verso il cuore, cioè dalle vene più piccole verso le più capaci, stantècchè il complessivo volume di quelle è sempre maggiore del corrispondente volume di queste, non solo si conserva, ma deve necessariamente andar crescendo. Però la càusa prima della circolazione venosa è da ricercarsi soltanto nel plutonismo che si svolge nell'interno dei vasi capillari.

Vi sono per altro alcune forze accessorie le quali contribuiscono ad accelerare il movimento del sangue nell'interno delle vene; e prima di tutto faremo osservare che qualche po' di plutonismo si svolge ben anche in seno ad esse nell'atto della loro nutrizione; poi è da tenersi conto della forza assorbente esercitata dal ventricolo destro del cuore nell'atto della sua dilatazione. Inoltre i movimenti alternativi degli òrgani respiratorj dèvono esercitare non poca influenza nel promuòvere il movimento del sangue venoso, e infine non tralascieremo

di accennare che ogni specie di pressione esercitata su qualche vena si deve considerare come una càusa avventizia che serve anch'essa ad accelerare il movimento progressivo del sangue venoso. Infatti non è a dubitarsi che le pressioni esercitate sulle vene dèbbano in qualche modo alterare il corso normale del sangue che in esse si muove: ora queste alterazioni si tradùcono ordinariamente in un'azione di acceleramento, il che s'intende facilmente considerando che in virtù delle numerose anastòmosi, per quanto fortemente si comprima una vena, non si può impedire al sangue di continuare il suo corso passando dalla vena compressa nelle vene adiacenti.

Inoltre se mediante la compressione d'una vena, riesce impossibile l'arrestare il moto del sangue non si potrà nemmeno ottenere ch'esso inverta la sua direzione e diventi retrògrado, e ciò per la ragione delle frequenti vàlvole di cui le vene sono munite. Ora se ad ogni compressione delle vene il moto del sangue si àltera, eppure la direzione del movimento non può èssere invertita, nè la velocità complessiva diminuita, avverrà che le compressioni esercitate sulle vene dovranno èssere considerate, come noi abbiamo dichiarato, altrettante càuse che promuòvono questa parte della circolazione del sangue. Gli effetti delle contrazioni muscolari sul moto del sangue venoso sono da collocarsi nella categoria di cui abbiamo ora parlato. Ecco pertanto la ragione per cui la locomozione e tutti gli esercizj muscolari sono a buon dritto considerati come òttimi espedienti per rèndere attiva la circolazione del sangue.

556. Riassumendo diremo che la circolazione nell'àlbero arterioso si effettua principalmente per l'azione del cuore; che però tra le càuse che la prodùcono sono da prèndersi in considerazione anche il plutonismo che si svolge nell' interno delle arterie e la forza contràttile delle pareti: che invece la circolazione nell'àlbero venoso si effettua principalmente pel forte plutonismo sviluppàtosi ne' vasi capillari e nei parenchimi non vascolari; che per altro non sono da trascurarsi il plutonismo che si svolge nel seno istesso delle vene, la diàstole del cuore, gli atti respiratorj e le contrazioni muscolari. Fatta quindi astrazione dalle forze secondarie od accessorie, troviamo che i due moventi principalissimi della circolazione risièdono l'uno nel cuore e l'altro ne' vasi capillari. Al primo si deve il movimento del sangue che avviene nel cuore e nell'àlbero arterioso, all'altro si deve il movimento del sangue che si compie ne' vasi capillari e nell'àlbero venoso. Quest'ùltimo procede con molta regolarità ed uniformità, quel primo invece si effettua a sbalzi e ad ondate.

557. La circolazione del chilo e della linfa si compie in un modo affatto simile a quello della circolazione venosa, ed è interamente collocata sotto la dipendenza di forze plutòniche: se ne hanno le prove tanto nella qualità del movimento, quanto nella particolar disposizione dei vasi chiliferi e linfàtici.

558. Le due forze a cui spetta la parte principale nel produrre la circolazione del sangue sono strettamente legate fra loro e coordinate per modo che non può

avvenire nell'una di esse alterazione di sorta senza che l'altra immediatamente dia segno di risentirsene, e si modifichi in guisa come se volesse adoprarsi acciocchè il necessario concerto di entrambe sia di nuovo ristabilito. Infatti se una càusa qualunque òbbliga il cuore a bàttere con frequenza maggiore della consueta, e il sangue viene spinto con maggiore ìmpeto alle radici dei capillari entro i quali in un tempo determinato ne pènetra per conseguenza una maggiore quantità; il plutonismo si svolge più enèrgico, la velocità aumenta, e quindi anche il movimento nell'interno delle vene si eseguisce con velocità maggiore dell'ordinaria; epperò stante l'armònica alterazione delle due forze il loro rapporto finisce per mantenersi presso a poco costante, o per lo meno a non subire che alterazioni assài lievi.

559. Non dobbiamo per altro tacere che può succèdere anche il contrario, cioè che alle alterazioni della forza pulsante del cuore non corrisponda una sufficiente modificaziòne della forza plutònica nei capillari da permèttere che la circolazione si effettui regolarmente, sebbene con una velocità più grande o più piccola della consueta. In questo caso, o il sangue si accùmula nelle arterie, e queste mòstransi più tùrgide, e danno pulsazioni concitate, dure e frequenti; ovvero impiccoliscono per deficienza di sangue, ed òffrono battiti radi, poco risentiti e molli. Se si eccettui il caso gravìssimo nel quale le alterazioni della forza pulsante del cuore sono provocate da qualche guasto orgànico del viscere stesso, i tumulti nella circolazione, dovuti alle dette alterazioni,

non sono che passaggeri, prontamente si acquiètano e non rècano gravi conseguenze.

560. Ecco in qual modo procèdono invece le cose quando il disòrdine della circolazione trae il suo principio da un'alterazione della forzà plutònica la quale si svolge ne' capillari. Se il plutonismo rèndesi più attivo, il sangue corre veloce, entra in gran copia nelle vene, e da queste rècasi al cuore invadèndolo a brevi intervalli di tempo in una quantità straordinaria. In conseguenza di ciò, le contrazioni del cuore dèvono succèdersi necessariamente con maggiore frequenza. Se invece il plutonismo svòlgesi scarsamente, il sangue ne' vasi capillari rallenta il suo corso, affluisce alle vene in quantità minore del sòlito, e queste appòrtano bensì al cuore il loro tributo, ma non così abbondante nè ad intervalli sì brevi come nello stato normale. Ne deriva per immediata conseguenza che le contrazioni del cuore divèntano dèboli e lente, ed anche la circolazione arteriosa impigrisce, e si fa meno vivace.

Gli sconcerti della forza plutònica sono sempre legati a qualche turbamento nelle funzioni nutritive: tutta la màcchina animale ne risente gli effetti, le conseguenze di sòlito sono gravi, e le tracce di tali disòrdini abbisògnano sempre d'un tempo considerèvole a dissiparsi interamente.

561. Dalle esposte considerazioni chiaramente emerge, che se si mèttono a confronto fra loro le due forze principali della circolazione allo scopo di giudicare della loro importanza rispettiva, non si può restare esitanti

nel concèdere sovra la forza del cuore la preminenza alla forza plutònica.

Intanto abbiam visto che questa è forza generale, e che sempre tròvasi in azione in ogni gènere di corpi dove esista qualche vestigio di circolazione; mentre quella non tròvasi funzionare che in un nùmero limitato di èsseri, tutti appartenenti alle classi più elevate del regno animale. Il plutonismo si può adunque proclamare come la forza fondamentale della circolazione, e tal qualificazione non può appartenere alla forza del cuore. Inoltre i disòrdini della forza del cuore non si propàgano sempre alla forza plutònica, e invece i disòrdini di questa dèvono necessariamente alterare lo stato normale di quella; e ciò ne dimostra che la forza plutònica estende sempre la sua influenza anche sulla forza del cuore senza che per compenso la forza del cuore possa in ogni caso dominare alla sua volta la forza plutònica. Infine le perturbazioni nella forza del cuore appòrtano conseguenze molto meno importanti che le perturbazioni della forza plutònica.

Concluderemo pertanto colle parole di Giovanni Bostock che « i grandi vasi sono da considerarsi sotto » l'aspetto di un sistema meccànico od idràulico, e in» vece i capillari come òrgani fisiològici o vitali (*) ».

(*) Holland. Book 4, pag. 206.

Articolo IX.

Respirazione.

Che cosa è la respirazione, ed in quali èsseri questa funzione è naturale che manchi — Segni di respirazione osservati nei minerali — Respirazione delle masse plutòniche — Scala percorsa dalla natura nel perfezionare le diverse funzioni — Respirazione cutanea — Rapporti esistenti fra la respirazione e l'alimentazione — La respirazione nei vegetàbili e negli animali pare una funzione generale, ma non è dimostrato che sia assolutamente necessaria — Criterio che ci potrebbe fornire la respirazione per riconòscere a qual regno appartèngano certi organismi di dubbia natura — Scopo generale della respirazione — Le due respirazioni, vegetàbile ed animale, non sono necessarie ad impedire le ràpide alterazioni nella costituzione dell'aria atmosfèrica — Le due respirazioni giòvano a moderare il lento alterarsi dell'aria atmosfèrica — La costituzione dell'aria atmosfèrica deve a poco a poco alterarsi — Non vi è cosa alcuna nell'universo che abbia raggiunto uno stato di assoluta stabilità.

562. La respirazione è l'atto per mezzo del quale i corpi viventi si appròpriano le materie gasose necessarie a intrattenere il plutonismo del loro liquido nutritivo. Quegli èsseri viventi pei quali il plutonio destinato a soddisfare ai bisogni della loro esistenza è già in totalità anticipatamente preparato, èsseri che vanno di mano in mano incorporando a sè stessi il proprio plutonio, ma che non hanno bisogno nè possibilità di rinnovarlo, od emendarlo, vogliamo dire gli èsseri minerali pei quali non ha luogo la nutrizione a due gradi, si pòssono considerare come naturalmente emancipati dalla necessità della respirazione.

563. Ciò per altro non toglie che manifesti segni di respirazione non si ravvisino in alcuni di essi, e noi ne fummo parecchie volte colpiti nell'osservare la formazione

delle montagne artificiali. Il fenòmeno è assài interessante, e se nella sezione geològica non ne abbiamo offerta una dettagliata descrizione fu soltanto perch'esso non ci si presentò con bastante costanza da potèrcene impadronire in modo di riprodurlo a nostro piacimento. Molte volte cercando conferire al plutonio la proprietà di produrre il fenòmeno, questo mancò; e moltìssime volte esso manifestossi quando eravamo lontani dal sospettare che dovesse apparire. Torna pertanto a propòsito che ne facciamo un breve cenno in questo luogo.

564. È assài raro che il fenòmeno si manifesti quando la montagna spunta appena dal suolo: quasi sempre i primi segni appariscono dopochè la montagna ha già raggiunto i tre quarti della sua altezza, e tròvasi pròssima al suo compimento. Allora il plutonio soverchiamente impoverito d'aria vèdesi tutto ad un tratto scomparire. Parrebbe che si fosse ritirato per sempre dall'alto della montagna, e fosse andato a nascòndersi nei profondi abissi della cavità plutònica.

Il fatto è che per una subitanea pèrdita di materie aeriformi il plutonio diminuisce notabilmente di volume, e allora, stringèndosi alle pareti degli infiniti canali entro i quali esso muovèvasi, ne lascia quasi crèdere che i detti canali siansi tutti ad un tratto vuotati interamente di liquido. L'aria s'insinua per milioni di bocche entro il labirinto di tutte quelle aperture allora formàtesi, ed invade tutto lo spazio che venne poco prima sgombrato dal liquido plutònico. Insomma l'apparenza è come se il liquido che scompare fosse succhiato da una forza

interna affinchè la spugna sòlida che prima il conteneva potesse imbèversi d'aria in ogni suo punto.

Questa parte del fenòmeno potrebbe a buon diritto appellarsi *ispirazione minerale.*

Compiuta appena l'ispirazione, il plutonio si gonfia di nuovo, e non riprende soltanto il suo volume primitivo, ma tròvasi ben anche aumentato di quanto è necessario per uscire a distèndersi sul piano superiore della montagna, e farla crèscere d'altezza.

Il liquido era scomparso tutto ad un tratto, ed è con ugual rapidità ch'esso apparisce di nuovo. Durante questo movimento una nube di materie aeriformi vèdesi uscir dal suo seno, il che rappresenta l'*espirazione minerale*, e tosto compiuto quest'atto, il liquido sparisce un'altra volta, e i varj fenòmeni ora descritti continuano ad avvicendarsi con grande regolarità, sempre nel medèsimo modo; e così avviene che ad intervalli di tempo misurati ed uguali succèdonsi fra loro alternativamente le ispirazioni e le espirazioni.

Non mi riuscì fino al presente di potermi accertare se il liquido plutònico dopo l'ispirazione si gonfi in conseguenza di aria assorbita, ovvero soltanto perchè il lungo contatto col sòlido ridesti in esso il plutonismo assopito.

Nel primo caso avremmo manifestamente a che fare con un vero fenòmeno di respirazione minerale; nell'altro caso la respirazione non sarebbe che apparente, cioè vi sarèbbero tutte le forme della respirazione senza essèrvene la sostanza.

565. Comunque sia, tal fenòmeno mèrita di arrestar fortemente la nostra attenzione, perchè spande non poca luce sui procedimenti seguiti dalla natura nella progressiva istituzione delle varie funzioni vitali. Noi qui la vediamo provarsi, quasi per accidente, quasi per giuoco, a delineare i primi abbozzi d'una funzione che un po' più in alto troviamo èssere diventata una delle molle più attive, più generali, più necessarie a intrattenere il meccanismo della vita.

566. Però da questo primo fenòmeno di respirazione che nella vita minerale ci si presenta accidentalmente, e che, accusando un insòlito indebolimento del plutonismo del liquido nutritivo, deve piuttosto considerarsi come un sintomo patològico che non come un fenòmeno di vita normale, saliamo gradatamente e non per salti fino a quello della respirazione perfetta degli animali degli òrdini superiori. Infatti in grandissimo nùmero di piante e in molti òrdini di animali non esiste alcun òrgano speciale destinato all'esercizio della respirazione. L'aria pènetra nei detti organismi attraverso alle porosità della cute, ed è pure attraverso agl'integumenti che si effettua l'espirazione. Il Dugès nel *Tomo II* dell'òpera citata, a *pag.* 520, dice « per gli elminti e per le tenie non si co» nosce altro òrgano respiratorio fuorchè la loro esterna » superficie, ». e poco dopo, a *pag.* 524, fa osservare che « le naidi non sèmbrano avere altra respirazione » fuori di quella che si fa attraverso alla loro pelle ».

E questa respirazione cutanea tanto somigliante a quella dei minerali non sparisce interamente nemmeno

negli organismi più complicati ove la respirazione si effettua per mezzo di òrgani speciali, e dove la troviamo in gran parte localizzata nelle trachèe, o centralizzata nelle branchie e nei polmoni.

567. La respirazione nei vegetàbili e negli animali sembra una funzione sussidiaria dell'alimentazione. Egli è perciò che negli organismi minerali dove manca l'alimentazione anche la respirazione non esiste, o almeno non ci si presenta come un fenòmeno normale e necessario. Negli organismi vegetàbili ed animali ove ha luogo la nutrizione a due gradi, riserbiamo propriamente il nome di *nutrizione* alla conversione del plutonio fondamentale nella materia costituente gli òrgani diversi, e diamo il nome di *alimentazione* al processo mediante il quale vèngono riparate le pèrdite fatte dal plutonio. Ora questa nutrizione del plutonio, ovvero l'alimentazione, pare che non possa completarsi senza l'intervento della respirazione: prima che il plutonio recentemente formato abbia sentito l'influenza della respirazione tròvasi troppo scarso di materie aeree, e quindi è inetto a muòversi colla rapidità necessaria affinchè possa accòrrere a soddisfare ai bisogni di nutrizione degli òrgani diversi della màcchina vivente.

Vediamo pertanto che l'alimentazione è in generale composta di due parti distinte, consistendo la prima in quel processo pel di cui mezzo l'organismo vivente sèpara dai corpi estranei ai quali è in contatto, ed introduce nell'interno del suo corpo, una materia liquida già dotata di qualche plutonismo che però ha bisogno

di èssere esaltato e completato con quel processo che forma la seconda parte dell'alimentazione e a cui si è dato il nome di respirazione.

568. Finora i naturalisti non hanno riconosciuto alcun caso di vegetàbili o di animali ove manchi la respirazione; e perciò abbiam detto che in generale si deve considerare la respirazione siccome una funzione sussidiaria, anzi una parte della alimentazione. Non abbiamo però osato asserire che così debba èssere necessariamente, mentre non è dimostrata l'impossibilità che il plutonio in qualche caso esca già perfetto in virtù del primo de' due processi costituenti di sòlito l'alimentazione, e che per conseguenza diventi superfluo il secondo di essi, ovvero la respirazione. E tanto più ci sentiamo inclinati a non esclùdere affatto questa possibilità, in quanto che sappiamo che sebbene nella màssima parte dei casi occòrrano effettivamente entrambi i processi a costituire la perfetta alimentazione, pure nei vegetàbili che si svilùppano sospesi in seno all'aria, e in quelli in cui le radici non sèrvono ad altro ufficio fuorchè a sostenerli, abbiamo esempj manifesti di alimentazione la quale si compie interamente per mezzo della respirazione, e quindi soltanto col secondo dei due processi i quali d'ordinario tròvansi associati.

569. Se fosse dimostrato che la respirazione non dovesse mai mancare negli organismi vegetàbili od animali ove ha luogo la nutrizione a due gradi, potremmo desùmerne un buon criterio pràtico per riconòscere il regno a cui appartèngono alcuni organismi di dubbia natura.

Così, per esempio, a decìdere se i peli, le unghie, le corna, ec., appartèngano al regno vegetàbile o minerale, non si avrebbe che a ben verificare se per questi corpi ha luogo in un modo costante e normale un vero processo di respirazione. Mancando la respirazione dovremmo confinare tali organismi nel regno minerale; mentre la presenza di questa funzione li rialzerebbe al grado di organismi vegetàbili.

570. Il primo atto della respirazione cioè l'ispirazione, benchè si compia in tanti modi diversi, ha sempre per iscopo di portare l'aria atmosfèrica sovra un'estesa superficie a contatto col plutonio fondamentale. L'atto dell'espirazione non solo ha per iscopo di espèllere l'aria superflua, cioè quella che non si è combinata al plutonio, ma serve ben anche all'espulsione di varie materie aeree formàtesi, e accumulàtesi nel plutonio durante gli atti nutritivi. Inoltre l'espirazione è anche uno dei mezzi pei quali arriva il plutonio à purgarsi di molte sostanze straniere che accidentalmente penetràrono fino a lui, e che non potrèbbero soggiornarvi lungo tempo senza alterarne la natura, e minacciar la distruzione dell'èssere vivente. Il fenòmeno più costante e più generale che si è notato nella respirazione degli animali e dei vegetàbili si è che quelli si appròpriano molto ossìgeno, e rèndono nell'espirazione un'aria càrica di gas àcido carbònico; e questi invece trattèngono il gas àcido carbònico che ispirano, e restituìscono un'aria riccamente dotata d'ossìgeno.

571. Avuto riguardo alla gran massa di animali e vegetàbili simultaneamente respiranti su questa terra,

pènsano alcuni che, se delle due categorie dei corpi nominati una sola esistesse, dovrebbe l'aria atmosfèrica rapidamente alterarsi nella sua chìmica costituzione; impoverirsi di ossìgeno e caricarsi di gas àcido carbònico se non esistèssero che gli animali, e invece spogliarsi del gas àcido carbònico ed arricchirsi di ossìgeno se non esistèssero che i vegetàbili. Ciò sarebbe anche vero qualora l'ossìgeno solidificato nel corpo degli animali e il carbonio sottratto all'aria dai vegetàbili dovèssero rimaner per sempre là dentro imprigionati. Però le cose non procèdono così; che anzi noi sappiamo come gli animali e i vegetàbili non fanno sulla terra che una comparsa affatto passaggiera; cosicchè, mentre i nuovi si fòrmano, gli antichi sono abbandonati a forze attivìssime di dissoluzione. Avviene per tal modo che gli animali restituiscono all'aria quanto le avèvano tolto, e il carbonio dei vegetàbili si converte di nuovo, almeno per la maggior parte, in gas àcido carbònico.

Vèdesi inoltre che anche il gas àcido carbònico che gli animali viventi danno continuamente per mezzo della respirazione all'aria atmosfèrica non è che un'indennizzazione di altrettanto che venne prima all'aria medèsima sottratto. Infatti se noi ci facciamo a ricercare l'origine del carbonio che tròvasi nel sangue di un animale qualunque, giungiamo diritti alla conclusione che il sangue dovette appropriàrselo dalle materie che servìrono ad alimentarlo. Ora queste materie, siano di vegetàbili o siano di animali che si nutrìrono di vegetàbili, non pòssono fornirgli altro carbonio fuorchè quello che i vegetàbili si

èrano un tempo appropriato decomponendo il gas àcido carbònico dell'atmosfera. Che se poi si volesse esclùdere dalla terra ogni sorta di vegetàbili, allora il carbonio degli animali non potrebbe provenire che dalla decomposizione del gas àcido carbònico contenuto nell'acqua, ed anche questo gas àcido carbònico è originario dell'atmosfera. Dunque in ùltima anàlisi il carbonio degli animali proviene da gas àcido carbònico atmosfèrico decomposto, e il gas àcido carbònico emesso nell'atto della loro respirazione non è che la restituzione dello stesso gas àcido carbònico ricomposto.

Per conseguenza l'equilibrio dei principj costituenti l'aria atmosfèrica non può venire profondamente alterato nè per l'una, nè per l'altra respirazione, ammesso ben anche che operàssero isolatamente. Non è però a tacersi che due càuse potrèbbero influire a produrre un'alterazione lenta ma progressiva nel rapporto dei detti principj, cioè da una parte la non completa dissoluzione dei corpi che già fùrono vivi, e dall'altra parte il continuo aumentarsi delle masse degli èsseri viventi.

572. Egli è a combàttere questa doppia cagione di lento disequilibrio che mòstrasi utilìssimo il lavoro simultaneo delle due respirazioni, vegetàbile ed animale. L'una di esse apparisce manifestamente come la moderatrice degli effetti cagionati dall'altra. Se per la respirazione animale il gas àcido carbònico potesse nell'aria atmosfèrica soverchiare la consueta misura, ne verrebbe che la presenza istessa di questa materia renderebbe più attiva e lussureggiante la germogliazione delle piante, il

che ricondurrebbe ben presto lo stato dell'aria atmosfèrica verso l'antico equilibrio. Lo stesso dicasi pel caso che una troppo rigogliosa vegetazione avesse da minacciare l'esaurimento del gas àcido carbònico atmosfèrico, e l'aria si arricchisse di ossigeno soverchiamente. La diminuzione di gas àcido carbònico temprerebbe l'eccessivo svolgimento della vita vegetàbile, e la sovrabbondanza d'ossigeno provocherebbe un maggiore sviluppo della vita animale; epperò s'intende come in virtù delle due respirazioni la costituzione dell'aria atmosfèrica non possa che assài lentamente e in un modo affatto insensìbile allontanarsi dal suo stato attuale.

573. Ciò però non vuol dire che l'aria atmosfèrica sia in un modo assoluto condannata a rimanere perpetuamente idèntica a sè stessa.

È probàbile, è naturale, e, saremmo per dire, egli è certo che l'aria atmosfèrica a somiglianza di tutto ciò che fa parte dell'universo debba gradatamente, in un modo insensìbile ma continuo modificare le sue condizioni: nè potremmo dichiarare impossìbile che in essa debba alfine accumularsi il gas àcido carbònico di tanto che si spenga ogni vita animale, o debba questo gas di tanto diminuire che sia tolta la possibilità della vita vegetàbile.

Accurate anàlisi dell'aria, quali già da varj anni fùrono praticate da Dumas e Boussingault, ripetute a convenèvoli distanze di tempo, potranno fornirci i dati per risòlvere in un modo pràtico la quistione della direzione e della velocità secondo cui si effèttuano le modificazioni

dell'aria. La sola cosa che finora si può asserire con certezza, appoggiàndoci all'analogia, si è che tali modificazioni dèvono aver luogo, ch'esse procederanno bensì con lentezza, ma che ad onta dell'opposizione delle due respirazioni, l'attuale rapporto nelle quantità de' principj costituenti l'aria atmosfèrica non potrà èssere rigorosamente mantenuto.

574. Non ci fu dato ancora di osservare nell'universo qualche cosa d'immutàbile, o qualche fenòmeno che si riproduca perennemente idèntico a sè stesso; e la costituzione dell'aria, non crediamo, debba fornircene il primo esempio.

Le òrbite dei pianeti sono vantate come modelli di assoluta stabilità, pure anche i corpi celesti non ricàlcano mai l'idèntica via. È vero che tali deviazioni hanno l'apparenza di èssere periòdiche, ma ne' successivi periodi le deviazioni màssime non si tròvano idèntiche; cosicchè l'ùltimo risultato si è che le òrbite si modificano anch'esse continuamente ma però lentissimamente, non procedendo avanti ne' loro stàbili cambiamenti se non che per mezzo di numerosissime oscillazioni.

L'asse maggiore dell'òrbita della luna va realmente accorciàndosi, cosicchè si può prevedere che la luna cadrà sulla terra. Però questo fenòmeno a còmpiersi richiederà migliaja di sècoli, tanto è immensamente lunga e tortuosa la via che la luna dovrà descrivere per raggiùngere il detto scopo, e tanto è smisurata la lèntezza colla quale essa, ad onta della rapidità del suo moto di traslazione, vi si va avvicinando.

Del resto tutti i fenòmeni naturali sono solidarj: l'universo è *uno* nel più stretto significato dell'espressione. Se noi potèssimo tenere un còmputo rigoroso di tutte le càuse anche minime, anche lontane, che esercitàrono qualche influenza sulla produzione d'un fenòmeno qualunque, arriveremmo alla conclusione che tutto quanto l'universo vi ha in qualche modo partecipato. E del pari noi vedremmo che sovra tutto l'universo va estendèndosi la rete delle successive influenze le quali tràggono la loro origine da un fenòmeno qualsivoglia apparentemente isolato.

Ammessa questa verità incontrastàbile, come potrebbe mai una parte qualunque dell'universo persistere inalterabilmente in un determinato stato d'equilibrio mentre tutte le altre parti si tròvano scosse ed agitate da un principio d'irresistibile movimento, da una necessità di cambiamento continuo?

Riterremo pertanto che l'aria atmosfèrica tende a mutare la sua costituzione, e che l'opposizione delle due respirazioni vale bensì a moderare questo movimento e a rènderlo lentissimo, ma non ad impedire ch'esso si compia.

Articolo X.

Origine dei corpi viventi.

L'enorme differenza che sembra esistere fra l'origine delle montagne e quella dei vegetàbili e degli animali proviene da ciò che il confronto di sòlito s'istituisce fra due fenòmeni eterogenei — La generazione spontanea non è fenòmeno più meraviglioso che l'ordinario modo di propagazione — Le prove della generazione spontanea tròvansi raccolte nell'òpera di Burdach — La generazione spontanea per mezzo di materie già organizzate viene ammessa quasi da tutti — Possibilità astratta della generazione spontanea per mezzo di materie minerali — Esperimenti di Crosse comprovanti la generazione spontanea per mezzo di materie non organizzate — Necessità della generazione spontanea pei primi individui del regno vegetàbile ed animale — Analogie tra l'origine dei viventi minerali e quella dei vegetàbili e degli animali — Parallelo fra l'origine dei corpi ora nominati.

575. I vegetàbili e gli animali tràggono per la più parte l'origine da èsseri preesistenti sìmili a loro, mentre invece le montagne si fòrmano unicamente per la consolidazione di preesistente plutonio, e non presèntano alcuna maniera di propagare la loro specie con qualche porzione della loro sostanza che da esse si sèpari. Pure le differenze nel modo di origine fra le diverse categorie degli èsseri accennati non sono così grandi e fondamentali come a primo aspetto potrèbbesi crèdere.

Quando noi paragoniamo il modo attuale con cui si moltìplicano i vegetàbili e gli animali a quello col quale si formàrono anticamente le montagne, istituiamo un confronto fra fenòmeni d'un òrdine diverso. Per le montagne si tratta veramente della loro orìgine; pei vegetàbili e gli animali non si tratta che dello svolgimento successivo di antiche esistenze.

Infatti la vita che ànima un ramo quando esso fa parte d'una pianta non è forse la stessa che continua ad animarlo quando, staccato dal tronco materno e infitto nella terra, si converte in una pianta novella? Chi non vede che questo nuovo vegetàbile altro non è ancora che il ramo di quell'antica pianta rinvigorito pel suo contatto col suolo? Siamo pertanto costretti ad ammèttere che il nuovo àlbero non è che un ulteriore svolgimento dell'àlbero antico, non è che un ramo di quello sviluppàtosi nel suolo invece d'èssersi sviluppato sul tronco a cui apparteneva.

Le stesse considerazioni che vàlgono pel ramo si pòssono applicare alla propagazione per via d'innesto, ovvero per mezzo dei semi.

Quando spunta una gemma sovra una pianta può da quella svòlgersi un ramo, ovvero un fiore che più tardi dà origine ai semi. Ebbene quella prima produzione della gemma è di tal natura che qualche volta non può germogliare che sulla pianta a cui appartiene, e qualche volta invece può indifferentemente germogliare sulla pianta ed anche nel suolo: all'opposto quella seconda produzione della gemma, ovvero i semi, rompe ogni comunicazione colla pianta, e sovr'essa non può germogliare; ma germoglia invece nel suolo.

Però tutte le piante che tràssero origine da un'ùnica pianta per via dei varj mezzi accennati si pòssono considerare come frammenti successivamente sviluppati di quella pianta primitiva; e quanto si è detto per le piante si può ugualmente ripètere per gli animali.

Volendo adunque risalire all'origine di una pianta o di un animale non dobbiamo arrestarci laddove il germe di quell'èssere era contenuto nel seme o nell'uovo; ma invece ci conviene rimontare al di là del primo èssere di tutta la linea, di quello che non può ripètere la sua origine da èsseri preesistenti simili a lui.

576. Mentre noi vediamo ogni giorno elaborarsi dagli animali e dai vegetàbili quelle gòcciole di plutonio che, dapprima organizzàndosi in semi od uovi, finiscono poi col riprodurre il vegetàbile o l'animale da cui provènnero, perchè dovremmo crèdere impossibile che gòcciole anàloghe di liquidi plutònici àbbiano potuto in altre circostanze elaborarsi senza il concorso di animali o di vegetàbili anteriori? Sarebbe forse questa una meraviglia più grande di quella? sarebbe forse l'uno dei fenòmeni più misterioso dell'altro?

Dobbiamo inoltre considerare che esistono intere famiglie di vegetàbili e di animali a cui non è dato anche al presente moltiplicare per altro mezzo fuorchè per generazione spontanea.

577. I limiti e la natura di quest'òpera non consèntono che qui esponiamo in dettaglio i numerosi fatti i quali rèndono indubitàbile la persistenza di questo modo di propagarsi per moltissime specie di vegetàbili e di animali. D'altronde i detti fatti vènnero per la maggior parte raccolti dal Burdach, e da lui maestrevolmente esposti ne' due primi capitoli del suo cèlebre *Trattato di fisiologia*, al quale rimandiamo coloro che desiderano formarsi una giusta idèa dello stato attuale della quistione.

578. È generalmente ammesso che materie vegetàbili opportunamente combinate all'aria e all'acqua pòssano dare origine a veri animali, e che materie animali in anàloga combinazione pòssano produrre èsseri vegetàbili. Le disparità non vèrtono che sulla possibilità di veder piante od animali trarre la loro origine da materie puramente minerali. Ripugnava ad alcuno che da ciò che non è vivo potesse provenir cosa viva; e l'insigne Muller nel suo *Manuale di fisiologìa* sostiene apertamente una tale opinione. Ora però che si è dimostrato partecipare anche i minerali delle prerogative della vita è tolto ogni pretesto a quella difficoltà: e tostochè il Muller ammette che dai vegetàbili pòssano nàscere gli animali, non vi è più alcuna ragione perchè ei debba rifiutarsi a crèdere che dai minerali pòssano nàscere i vegetàbili.

579. Infine se noi prendiamo ad esaminare i fatti ben comprovati della generazione spontanea, giungiamo alla convinzione che le sostanze vegetàbili od animali che prèndono parte alla formazione del fenòmeno non lo fanno che in un modo indiretto, cioè prestando semplicemente alcuni materiali alla nuova composizione. Ora facilmente si comprende come non debba èssere impossìbile che questi materiali, di cui gli elementi appartèngono al regno minerale, vèngano qualche volta, in date circostanze, da questo regno immediatamente somministrati, senza alcun bisogno di una preventiva trasformazione in materia vegetàbile od animale.

580. Infine gli esperimenti di Crosse pare che ci forniscano un esempio irrecusàbile di produzione d'un

animale per mezzo di sostanze puramente minerali. A far conòscere questi esperimenti noi ricorreremo agli *Archivj dell'Elettricità* dell'illustre De la Rive, e riporteremo l'articolo che vi si trova inserito a *pag.* 665 del *n.° VI*, col quale si dà un estratto d'una memoria letta dal signor Weekes alla società elèttrica di Londra (*V. Phil. Magaz. Luglio* 1842) sulla produzione di certi insetti (*Acarus Crossii*) per l'azione prolungata della corrente elèttrica sul silicato di potassa, chiuso in una campana di vetro posta sul mercurio.

Ecco pertanto l'articolo accennato:

« Il sig. Crosse aveva già annunciato èssergli avvenuto di osservare la produzione d'insetti verificàtasi nelle circostanze superiormente esposte, e gli si era obbiettato ch'essi dovèvano provenire da germi disseminati nell'atmosfera. Per evitare simile obbiezione, l'autore collocò il 3 dicembre 1840 la soluzione di silicato di potassa preparata colla più gran cura sotto una campana di vetro e sul mercurio, e prese ogni precauzione perchè nulla potesse sopravvenire ad alterarne la disposizione. Il primo insetto fu scoperto alla fine d'ottobre del 1841; il 27 novembre ve n'èrano molti; dopo ne fùrono costantemente osservati alcuni, ora solitarj, ora a due a due, e il più spesso in gruppi di tre a quattro insieme. L'operazione si praticò nell'oscurità, e non si ammetteva raggio di luce, fuorchè quando volèvansi osservare i risultati. La corrente voltàica era prodotta da una piccola pila costante di Daniell. Questi animali sèmbrano preferire l'oscurità poichè

» sotto l'azione della luce, essi affrettàvansi di fuggire e
» di riguadagnare i loro nascondigli negli àngoli del-
» l'apparecchio.

» Simultaneamente a questa esperienza se ne con-
» duceva un'altra nella quale la corrente era prodotta
» da una pila caricata con acqua, e la soluzione di sili-
» cato di potassa era rinchiusa in una campana piena
» di gas ossigeno. Gli insetti vi compàrvero verso la fine
» di febbrajo, e se ne vedèvano ad ogni volta 8 o 10
» che parèvano assài vigorosi.

» L'operazione continua e si ha motivo di attèndere
» un nuovo sviluppo d'insetti ».

581. Ma più che su questo fatto particolare dobbiamo rivòlgere la nostra attenzione sul fatto generale che gli èsseri vegetàbili ed animali, i quali ora esistono, un tempo non esistèvano; e che per conseguenza i primi dèvono èssersi formáti in un modo diverso da quello che ordinariamente essi ora tèngono per moltiplicarsi.

582. Gli elementi che costituiscono i plutonj vegetàbili ed animali ridùconsi all'ossigeno, all'idrògeno, al carbonio ed all'azoto. Anche al presente si può dire che quegli èsseri vivono sommersi in un mare di questi elementi, e possèdono la facoltà di appropriàrseli e di costringerli a combinarsi in quel modo che è necessario perchè forniscano ad essi quel plutonio di cui hanno bisogno. È chiaro che se altre càuse in altri tempi riuscirono a trarre direttamente diversi plutonj dal seno di tali elementi dovèvano da questi plutonj necessariamente organizzarsi i vegetàbili e gli animali nel modo stesso

col quale vedemmo dal plutonio terrestre sortir le montagne, e dall'acqua plutònica trarre origine i ghiacciài

583. Le esposte considerazioni vàlgono a diminuire notabilmente le differenze, credute finora enormi, fra l'origine dei viventi minerali, e quella dei vegetàbili e degli animali: esse per altro, quantunque ridotte a più stretti confini, non si pòssono ritenere come interamente cancellate.

Le montagne, allorchè si formàrono, esaurirono in un sol tratto tutta quella quantità di plutonio che al loro sviluppo era stata preparata: invece i primi vegetàbili e i primi animali non convertirono nella loro sostanza che una piccola quantità di quell'immensa raccolta di materiali, che potèvano servire al loro sviluppo. Però ad essi fu possibile l'aver successori, il che non doveva esser concesso alle montagne.

Il modo attuale di moltiplicarsi dei vegetàbili e degli animali ha qualche analogia col fenòmeno presentato dalle montagne, quando, scaricando sulla crosta plutònica un po' del loro plutonio liquido, provocàvano con ciò la formazione di nuove montagne (*V. n.*° 193, *pag.* 137). Se invece di uscire dal seno delle cavità plutòniche intere catene di monti non si fòssero formate dapprima che poche e piccole montagne, per le quali non si fosse consolidata che una frazione minima di tutto il plutonio sottoposto; se giunte quelle montagne alla maturità del loro sviluppo avèssero costantemente gittato fuori un po' di liquido plutònico, e provocata la formazione di nuove montagne; se queste avèssero fatto come le prime, e

così successivamente; e se poi per qualche processo naturale le montagne appena compiute, nel mentre che stanno formàndosi quelle che loro succèdono, avèssero potuto fòndersi di nuovo, e restituir la propria sostanza alla massa plutònica da cui uscirono; cosicchè il liquido plutònico, trovàndosi continuamente repristinato, avesse potuto considerarsi come inesauribile, ed atto per un tempo indeterminato alla produzione di nuove montagne: allora soltanto si avrebbe potuto dichiarare completa l'analogia fra il loro primo modo di formazione e il loro modo di propagarsi con quello seguito da principio ed al presente dai vegetàbili e dagli animali.

Le cose non procedendo così, l'analogia non è completa, e ogni differenza non è cancellata.

È inoltre a considerarsi che tra i vegetàbili e gli animali alcuni si tròvano che anche al presente assài più si avvicinano che non tutti gli altri al modo tenuto dalle montagne allorchè si formàrono, e che per conseguenza non è fuor di luogo il pensare, che fra le famiglie di minerali ancora sconosciute forse alcuna dèbbasi scoprire che si avvicini a quanto ne presèntano attualmente i vegetàbili e gli animali assài più che non le montagne. Riferèndoci pertanto circa alla soluzione di simil quistione a studj non ancora intrapresi, noi ci accontenteremo di aver rilevate le varie differenze che realmente esistono tra i modi con cui si formàrono le montagne, i vegetàbili e gli animali, e aver nel tempo istesso dimostrato che vi sono assài più punti di ravvicinamento di quanto si avrebbe potuto pensare dietro un esame superficiale.

Articolo XI.

Corrispondenze di configurazione nei due òrgani sessuali.

In che consiste la corrispondenza più generale di conformazione nei due òrgani sessuali diversi — Qual può èssere la ragione per cui sopra due individui indipendenti apparisce nella conformazione degli òrgani sessuali una sì miràbile corrispondenza — Non potrebbe esistere nella vita minerale qualche fenòmeno valèvole ad avviarci verso la soluzione di questo problema? — Le montagne e le cavità nelle masse minerali hanno tra loro varj rapporti simili a quelli che esistono tra gli òrgani sessuali diversi così nei vegetàbili come negli animali — Le notate analogie ci àprono la strada alla soluzione del problema che ci siamo proposto.

584. Nel confronto che abbiamo istituito tra l'orìgine delle montagne e quella dei vegetàbili e degli animali ne accadde di parlare incidentemente anche della facoltà di riprodursi che a questi compete e a quelle no. Se pertanto ne' vegetàbili e negli animali troviamo òrgani espressamente destinati all'esercizio di questa funzione, parrebbe che gli stessi dovèssero ne' minerali interamente mancare.

Ne' vegetàbili e negli animali gli òrgani in discorso pòrtano il nome di *sessuali*, il che significa che sono doppj, e che si corrispòndono per modo da figurare i frammenti di un corpo scisso in due parti.

Questa corrispondenza di conformazione sembra nei sessi una proprietà così generale che il Burdach non ebbe difficoltà di asserire che « l'òrgano femminile nel » fiore de' vegetàbili è l'òrgano maschile rovesciato (*) ».

(*) Burdach. *Traité de physiologie, etc.* T. I, § 200. pag. 356.

585. Ora quale avrà mai potuto èssere il procedimento della natura nel conferire una simile corrispondenza di forme ad òrgani opposti, bene spesso appartenenti ad individui diversi, affatto l'uno dall'altro indipendenti?

586. Abbiamo veduto che lo studio dei fenòmeni della vita minerale semplicissima valse a riflèttere non poca luce sui fenòmeni più complicati della vita vegetàbile ed animale; ma parrebbe che in questo caso la vita minerale non ci potesse rèndere alcun servigio. Si è già fatto notare che la funzione esercitata dai sessi manca nei minerali, e che per conseguenza dovrèbbero mancare anche gli òrgani ed ogni cosa che li rappresenti, o che abbia con essi qualche analogia. Per altro tal conseguenza non è tanto legittima quanto a primo aspetto parrebbe; nè sono scarsi gli esempj dell'esistenza di òrgani i quali non esèrcitano mai la funzione per la quale sembrerèbbero destinati. E a citare un caso de' più volgari ricorderemo che gli animali dotati di mammelle prodùcono èsseri i quali ne' primordj della loro esistenza si alimèntano di latte; nè alcuno mette in dubbio che la secrezione del latte non sia lo scopo pel quale le mammelle fùrono formate. Però troviamo che i rudimenti delle mammelle esistono anche nei maschj, quantunque la funzione a cui sèmbrano destinate non venga da essi esercitata.

In simil caso è ragionèvole il sospettare che la natura nel far le mammelle ai maschi ed alle fèmmine avesse in vista uno scopo più generale di quello che sia la produzione del latte; e che, questi òrgani essendo formati,

essa ne approfittò per affidare a loro l'esercizio d'una nuova funzione, modificàndoli nella fèmmina opportunamente perchè potèssero anche alla stessa servire, e con ciò risparmiando di provvedere espressamente la fèmmina di òrgani affatto nuovi.

D'altronde mentre troviamo in numerosissimi animali non esistere altro modo di propagazione fuorchè coll'intervento dei sessi, vediamo di già negli animali degli òrdini inferiori potere effettuarsi la propagazione anche senza il loro concorso. Molti vegetàbili ponno propagarsi per semi i quali, come è noto, dèvono la loro fecondazione all'azione degli òrgani sessuali; ma non vi è vegetàbile alcuno pel quale non vi sia qualche altro mezzo di moltiplicare indipendente dai semi, e quindi dalle azioni degli òrgani sessuali. Pertanto nel regno vegetàbile troviamo assài diminuita l'importanza dei sessi i quali, a vero dire, appariscono piuttosto come òrgani sussidiarj della propagazione che non come agenti assolutamente indispensàbili al compimento di questa funzione. Diremo finalmente che vi sono intere famiglie di questi èsseri ne' quali i sessi sèmbrano òrgani sopranumerarj ed oziosi, moltiplicàndosi essi per altre vie fuorchè per quella dei semi.

I molti esempj di òrgani apparentemente superflui, come le mammelle sempre asciutte dei maschi, e l'esistenza di sessi improduttivi i quali, accordati ad èsseri destinati a moltiplicare, non sèrvono per nulla alla loro moltiplicazione, c'incoraggerèbbero a frugare nella vita minerale onde mèttere in chiaro se in quegli èsseri,

condannati per loro natura a non aver successione, non esistesse ugualmente qualche òrgano il quale potesse considerarsi come il corrispondente dei sessi dei vegetàbili e degli animali, e si potesse crèdere originato da anàloghi processi.

587. Ora non è d'uopo fare indàgini molto minute per trovare sovra individui del regno minerale diversamente foggiati quella singolare corrispondenza di forme che costituisce il caràttere più generale degli òrgani sessuali; mentre già conosciamo che due masse minerali provenienti da plutonj della medèsima specie ma d'indole contraria presèntano appunto prominenze e cavità le quali tanto si corrispòndono nel nùmero, nelle forme e nella distribuzione, che le une si pòssono considerare esattamente come il rovescio delle altre.

Abbiamo adunque in questo caso, come negli individui dei due sessi appartenenti al regno vegetàbile od animale, identità di materia, forme opposte ma corrispondenti, e diversità di struttura; nè vogliamo porre in dimenticanza che nelle masse minerali munite di cavità la grana più minuta, più omogenea, più unita conferisce a loro alcun che di grazioso e di delicato, che non si trova nelle masse minerali munite di prominenze, ove la grana invece è grossa, disuguale ed irregolarmente distribuita (*V. n.° 222, pag. 188*).

Aggiùngasi a queste analogie che dal commercio fra le prominenze e le cavità della terra, il quale continuamente si effettua per l'intermezzo delle acque, le cavità divèntano feconde di quelle svariate produzioni

geològiche le quali sono conosciute sotto il nome di *rocce netùnniche*. Però, mentre le altre analogie sono reali e profonde, quest'ùltima non è che superficiale ed apparente; poichè nelle montagne consolidate la vita si può considerar come spenta, e le acque, pel cui mezzo esse tròvansi in continua comunicazione colle cavità, non sono gittate fuori dai loro vèrtici per un atto vitale.

588. Dalle esposte considerazioni emerge spontanea la conseguenza, che se le masse minerali, prive della facoltà di riprodursi, non posseggono alcun rudimento di òrgani sessuali, pure nella materiale conformazione delle loro prominenze e cavità riprodùcono esattamente il fenòmeno più caratterìstico dei sessi nei vegetàbili e negli animali. E poichè la natura non moltiplica inutilmente le sue vie, ed a produrre fenòmeni anàloghi adòpera generalmente un medèsimo processo, così è naturale il pensare, almeno in mancanza di una miglior spiegazione, che le differenze sessuali dèbbansi nei vegetàbili e negli animali ascrivere ad una càusa simile a quella che ha prodotto nelle masse minerali le differenze fra le montagne e le cavità. Avendo trovato che i rappòrti di conformazione sono esattamente i medèsimi nell'un caso e nell'altro; se noi penseremo che nella ricerca delle càuse dei fenòmeni naturali dobbiamo fare sempre una completa astrazione dalla quantità di materia posta in azione, e ci ricorderemo che assài spesso la natura simula una grande varietà di fenòmeni riproducendo fenòmeni idèntici sopra masse enormemente diverse, e che, per esempio, è una sola la forza che fa cadere il grano di pòlvere

verso la terra, e muòvere la terra intorno al sole; non avremo alcuna difficoltà di ammèttere che una medèsima càusa possa aver presieduto alla produzione dei due fenòmeni in apparenza così diversi dei quali abbiamo di sopra istituito il confronto. In questa ipòtesi converrebbe ritenere che tra i diversi plutonj associati, i quali, ora di concerto, ora l'un dall'altro indipendenti, lavòrano all'organizzazione dell'embrione, almeno uno ve ne possa èssere negli individui della medèsima specie idèntico nella natura chìmica, ma diverso nell'indole, il quale, lavorando in direzioni contrarie, alcune volte produce una sporgenza dove altre volte produce una cavità.

Chi ha fatto studio sul modo col quale si organizzano le diverse parti dell'embrione deve èssersi imbattuto parecchie volte in fenòmeni i quali dimòstrano palesemente la loro affinità coi fenòmeni plutònici delle masse minerali. Noi sappiamo, per esempio, che dovunque apparisca una cavità circondata da colline, la formazione della prima deve necessariamente precèdere quella delle seconde; e il Magendie, parlando della prima apparizione delle orecchie si esprime in questo modo: « le orecchie si » manifèstano dapprincipio per mezzo di una depressione, » poi colla vegetazione dei rudimenti del padiglione (*) ».

Non ci estendiamo maggiormente in questo parallelo, bastàndoci d'avere da lungi indicata una via percorrendo la quale crediamo che gli studiosi dell'embriogenia potranno raccògliere buona messe d'importanti risultati.

(*) Magendie. *Précis élém. de physiol.* Pag. 403.

Articolo XII.

La vita considerata nel suo complesso e nelle sue diverse fasi.

Convenienza di esaminare la vita nel suo complesso e nelle sue fasi — Confutazione dell'opinione di Brown che la vita sia uno *stato forzato* — I pronòstici relativi all'andamento generale della vita rièscono incomparabilmente più difficili pei vegetàbili e per gli animali che non pei minerali — Una porzione delle forze destinate a sostenere la vita è consumata infruttuosamente a vincere molte indeclinàbili resistenze — Varietà e variabilità dell'energia della vita — Secondo quali norme va generalmente variando negli individui dei diversi regni l'energia della vita — Esame di varj casi speciali — Montagne. — Ghiacciài — Necessità della distruzione della vita — Da che sia limitato l'ingrandimento de' corpi viventi — Difficoltà d'aumentare considerabilmente con mezzi artificiali la natural forza d'ingrandimento de' corpi viventi — Limitati accessi ottenuti modificando opportunamente il plutonio — Rinnovazione delle molècole organizzate negli èsseri dotati della doppia nutrizione. — Grande mobilità delle molècole organizzate durante la prima età della vita — La vita nel secondo stadio, quantunque denominato *stazionario*, va continuamente perdendo della sua energia — Cagioni dell'apparente costanza e regolarità de' fenòmeni della vita durante tutto il periodo stazionario — Càuse generali del decadimento della vita — Principio del terzo stadio della vita, quello del deperimento — Rallentamento della circolazione — Indebolimento generale — Attaccamento dei vecchi alla vita — Morte naturale priva di dolori — Rarità della morte naturale — Generalità dell'esistenza delle fasi descritte — Come si spièghino le apparenti eccezioni — Corso della vita delle specie — Incertezze circa il corso della vita delle specie.

589. Ora che per mezzo del plutonio, vero *coltello fisiològico*, siamo riusciti a poter separatamente analizzare i principali congegni dei corpi viventi, facciàmoci a gittare uno sguardo sul meccanismo complessivo della vita, e sottoponiàmola ad un ràpido esame nelle diverse fasi ch'essa presenta dall'istante in cui si svolge fino a quello in cui declina al suo inevitàbile tramonto.

590. Da ciò che si è detto finora emerge intanto chiaramente che la vita non è uno *stato forzato*, ma bensì un fenòmeno che procede regolarmente nel suo cammino pel successivo svolgimento delle forze che gli dieder principio, e che per conseguenza è tanto naturale e spontaneo quanto èsserlo possa qualunque altro fenòmeno dell'universo.

Ecco le parole stesse colle quali il Tommasini riporta il concetto del Brown sullo stato forzato della vita: » Tutto, dice Brown, ci annunzia che la vita è uno *stato* » *forzato*, che l'animale in ogni istante fa un passo verso » la tomba; che le esterne potenze ve lo trattèngono per » qualche tempo; ma ch'egli vi è spinto dal suo proprio » destino, a cui è finalmente costretto di cèdere (*) ».

E lo stesso Bufalini, così sagace nel mèttere allo scoperto gli errori di Brown e così forte nel combàtterli, credè potergli menar buona questa fantasia dello stato forzato, ed anzi l'avvalorò coll'autorità delle seguenti parole: « Troppo egli è adunque evidente che nell'èssere » vivente le parti tèndono incessantemente a distrùggersi » e a riprodursi, sicchè lo stato d'organizzazione e di » vita giustamente si disse *forzato;* imperciocchè non è » mai permamente, e sussiste e mantiensi solo perchè » viene continuamente rifatto (**) ».

Ammettiamo che lo stato di vita non sia permanente, ma certo che da ciò non si può trarre la conseguenza

(*) TOMMASINI. *Lezioni critiche di fisiologia*, Vol. I, Lez. 6, pag. 292.
(**) BUFALINI. *Fondamenti di patologia analitica*, T. II, Cap. 19, pag. 19.

ch' esso sia uno stato forzato. La vita è un fenòmeno e come tale è necessariamente soggetta a mutare ed anche a spègnersi; ma in simil caso tròvansi senza eccezione tutti i fenòmeni dell' universo; epperò non potremo ritenere lo stato di vita come forzato senza ammèttere che nell'universo ogni cosa si trovi in istato di violenza, e che, per esempio, il risplèndere del sole, essendo un fenòmeno soggetto a mutazione e a cessazione, sia anch'esso, come la vita, uno stato forzato. Veramente i seguaci di Brown col loro stato forzato non intèndono di significare soltanto che la vita è mutàbile e peritura, ma intèndono di dire che i corpi viventi hanno bensì in loro medèsimi la suscettibilità di esercitare tutti gli atti che costituiscono la vita, ma non già le forze che li fanno vivere le quali si troverèbbero dappertutto fuori che in essi.

A rischiarare le cose con un paragone diremo che la vita pei Browniani si trova nel caso istesso di quegli orologi destinati ai fanciulli, ove non vi sono che le sfere e il quadrante. Le sfere sono bensì girèvoli intorno al loro asse, ma ad onta di questa suscettibilità a muòversi resterèbbero perpetuamente in quiete senza il sussidio d'un dito che le facesse girare. Invece noi diciamo che la vita rassomiglia ad un vero orologio caricato nel quale le sfere si muòvono per una forza che si svolge dal meccanismo istesso che lo costituisce. In origine questa forza, quando l' orològio venne caricato, penetrò in esso dall' esterno; e così avviene che la vita ripeta la càusa della prima apparizione da fenòmeni preesistenti di natura affatto diversa dalla sua, ma una volta ch' essa

tròvasi annidata in qualche corpo organizzato, non cessa di agitarlo, continuando senza interruzione il suo cammino attraverso alle varie circostanze in cui s'incontra, approfittando delle favorèvoli, e combattendo le contrarie. Tutto il periodo della vita allora va svolgèndosi per una forza naturale insita nel corpo vivente medèsimo, e il moto continua naturalmente, simile a quello delle sfere dell'orologio, finchè la forza accennata consumàndosi pel moto ch'essa alimenta, non tròvisi interamente esaurita. Abbiamo già dimostrato che questa forza naturale insita in tutti i corpi viventi, e che serve allo svolgimento successivo d'ogni loro atto vitale, è riposta nel plutonismo dei loro liquidi nutritivi. È appunto l'esistenza di questa forza animatrice dei corpi viventi e risiedente nel loro interno che veniva negata da quelli che sostenèvano doversi considerare la vita come uno stato forzato.

591. La quantità totale della forza plutònica che può svòlgersi nel corso intero della vita da un corpo vivente, e quindi la quantità totale de' movimenti che pòssono derivarne, ovvero la somma complessiva degli atti vitali, è cosa assài più difficile a potersi determinare per gli èsseri i quali possèdono la nutrizione a due gradi che non per quelli ai quali manca la funzione dell'alimentazione.

Le masse minerali viventi si tròvano in quest'ùltimo caso; epperò, conosciuta la quantità di plutonio che le costituisce e l'attività specìfica dello stesso, riesce possibile il risòlvere molti dei problemi relativi a periodi della loro vita ancora avvolti nell'oscurità del futuro. Invece per quegli èsseri i quali possèdono la facoltà di

rinnovare per un determinato periodo di tempo il loro plutonio, finchè non si potrà calcolare la quantità totale del medèsimo ch'essi hanno attitùdine ad assimilarsi e ad organizzare, mancheranno i dati dietro i quali risòlvere i problemi accennati. Egli è perciò che volendo istituire un confronto sul diverso modo di comportarsi delle attività vitali nelle due categorie degli èsseri or menzionati, non potremo uscire da quelle generalità di cui la esistenza, se da una parte ci viene additata dalla teoria, ci viene dall'altra parte confermata dall'attenta osservazione di numerosissimi fatti.

592. Così, per esempio, appoggiàndoci ai principj della meccànica, riteniamo che l'evidenza della seguente proposizione risalti immediatamente agli occhi di tutti, e sia superfluo il presentarne una qualche dimostrazione.

In qualunque individuo vivente, la quantità totale di movimenti ùtili alla vita, ottenuti per la consolidazione d'una data porzione del suo plutonio, rappresenta una forza notabilmente minore di quella che deve svòlgersi nell'atto accennato dal plutonio in discorso.

Le condizioni speciali imposte al movimento de' liquidi plutònici dalla conformazione dell'inviluppo sòlido uscito dal loro seno contèngono la càusa di moltiplici resistenze le quali spèngono una porzione non insignificante delle forze plutòniche destinate a mantenere i movimenti vitali. Così, per esempio, è fuor di dubbio che il sangue d'un animale in un dato tempo animato dalla medèsima forza percorrerebbe un più lungo tragitto, e si moverebbe con maggiore velocità se la strada aperta al suo

movimento fosse rettilinea invece d'èssere incurvata e rientrante in sè stessa. Ciò che abbiam detto per gli animali vale pei vegetàbili e pei minerali, nei quali casi tutti non solo è da prèndersi in considerazione la pèrdita di forza che risulta dalle vie tortuose imposte forzatamente al cammino dei liquidi nutritivi; ma ben anche, e assài più, quella pèrdita che necessariamente deve succèdere per gli attriti e le forti aderenze provenienti dalla smisurata estensione delle superficì di contatto fra la trama sòlida dei corpi vivi e i liquidi in movimento.

593. L'energia della vita, risultando dalla combinazione della specifica espansibilità del plutonio colle diverse resistenze di cui si è parlato, varia enormemente nelle diverse specie di èsseri viventi: anzi notàbili diversità nell'energia della vita s'incòntrano ben anche nei diversi individui della medèsima specie, e perfino nel medèsimo individuo quando si paragònano fra loro i diversi periodi della sua esistenza.

In generale la vita mòstrasi più attiva ne' suoi primordj che non quando è pròssima al suo compimento; ma mentre per gli èsseri che non si alimèntano può dirsi che la vita consiste in un ùnico stadio di successivo decadimento dalla sua prima apparizione fino alla sua estinzione; invece per gli èsseri che possèdono la nutrizione a due gradi v'è un primo periodo della vita ove l'energia par che vada crescendo, poi succede un periodo ove le variazioni sono poco significanti e che si potrebbe dir stazionario a cui tien dietro finalmente un periodo di ràpido decadimento.

594. In un modo generale potrèbbesi dire che la vita nel primo caso compòrtasi come le successive velocità di una freccia scagliata verticalmente verso l'alto, e che invece nel secondo caso procede come un sasso che cade dall'alto attraverso un mezzo di cui la densità va continuamente e rapidamente crescendo.

595. Nei casi speciali per altro sono a notarsi innumerèvoli differenze.

596. Le montagne, per esempio, aumèntano il loro volume durante l'intero periodo della loro esistenza; ma gli aumenti successivi vanno continuamente decrescendo finchè, ridotte a non potersi più aumentare che di quantità piccolissime, finiscono collo spègnersi.

597. Nei ghiacciài, posti come anello tra la vita delle masse plutòniche e quella dei vegetàbili e degli animali, la nutrizione a due gradi è già abbozzata, e la vita si compie per continue alternative di aumento e decremento. La vita di questi colossi minerali procede lentamente, e dura un tempo smisurato: non dobbiamo però crèdere che posseda l'attitùdine di prolungarsi indefinitamente.

598. Pel modo istesso con cui la vita si esèrcita va necessariamente da essa svolgèndosi il principio della sua distruzione; epperò non dobbiamo lasciarci illùdere dalla diuturnità della vita di qualche èssere a crèdere ch'essa abbia potuto raggiùngere uno stato d'equilibrio assolutamente stàbile, e che quindi si debba considerare come indeficiente e perenne. Deve avvenire de' ghiacciài, ciò che avviene d'ogni corpo vivo: l'inviluppo sòlido quanto più diventa antico tanto maggiori ostàcoli deve

opporre al libero esercizio della vita, cosicchè è necessità che alla fine questa da lui si ritiri.

È sempre l'inviluppo sòlido ciò che fa guerra al principio della vita. Nelle montagne e in tutti quegli èsseri ove non vi è possibilità alcuna di alimentazione vèdesi che quanto più cresce l'inviluppo sòlido tanto maggior copia è irreparabilmente consumata di quella forza limitata, contenuta primitivamente nel plutonio come in un serbatojo dal quale il corpo vivo deve di mano in mano attingere quella quantità che gli è necessaria alla successiva produzione de' suoi varj atti vitali. Quegli èsseri che possèdono la facoltà di convertire nel proprio plutonio gli elementi del medèsimo che sono a loro portata, essendo inesauribile la sorgente di questi, parrebbe che non solo dovèssero incessantemente riparare alle pèrdite che il plutonio subisce, ma ben anche accumularne sempre nuove quantità. Per tal modo, aumentando col progresso della vita la quantità di plutonio, anche l'individuo dovrebbe acquistare dimensioni sempre crescenti; e la vita, invece di vòlgere verso il fine, dovrebbe guadagnar sempre in potenza ed energia.

599. Le cose infatti dapprincipio procèdono così. L'èssere appena formato ingrandisce rapidamente: lo si vede manifestamente dominato da una forza espansiva attivissima in virtù della quale esso va dilatàndosi secondo tutte le dimensioni.

A questa invasione dello spazio, che vien minacciata ne' suoi primordj dall'èssere vivo, ben presto pone un limite insuperàbile la mole istessa ch'esso va acquistando.

L' assimilazione del plutonio o l' alimentazione si compie in relazione colla superficie di òrgani speciali: invece il lavoro della vita si compie in ogni punto dell'èssere vivente, epperò è in relazione col suo volume. Se pertanto suppòngasi che per l'accrescimento dell'individuo siasi la superficie quadruplicata, è chiaro che il volume deve èssere diventato otto volte più grande. Epperò se la formazione del nuovo plutonio nell'esempio citato va operàndosi nella ragione di quattro, esso deve distribuirsi, per supplire ai bisogni della vita, in una massa proporzionale ad otto; e per conseguenza tutti gli atti vitali dovranno còmpiersi per adequato con energia dimezzata. Non v'è bisogno di fare osservare che ne' corpi viventi esistono moltissime càuse che distùrbano la precisione matemàtica dei rapporti accennati, còsicchè succede fin anco per molti di essi che l'ingrandimento dapprincipio vada compiéndosi con energia crescente: soltanto è da ritenersi che nel successivo ingrandirsi dell'individuo esiste una càusa generale che tende a paralizzare sempre più l'attitùdine del corpo agli ingrandimenti ulteriori; càusa che, spesso da varie altre sussidiata, trionfa necessariamente di tutti gli ostàcoli, e finisce col segnare un limite insuperàbile all'ingrandimento dei corpi viventi.

600. Noi abbiamo detto che la quantità di plutonio la quale in un tempo determinato può èssere formata da un dato individuo vivente è necessariamente limitata dalla grandezza della superficie dell'òrgano che è specialmente incaricato di una tale elaborazione. Ciò per altro non porta alla conseguenza che, potendo artificialmente

ingrandire la detta superficie, la quantità di plutonio elaborato debba crèscere in proporzione, e l'èssere vivente diventi suscettibile, in virtù di quest'ùnica operazione, di acquistare dimensioni colossali.

Il moltiplicare artificialmente mediante innesti le radici ai vegetàbili deve portare presso a poco agli stessi risultati come se potèssimo ingrandire le pareti del tubo digestivo degli animali. Intendiamo assài facilmente che, onde l'animale non soffrisse per l'effetto dell'insòlita dilatazione, ed anzi dovesse realmente guadagnare un volume più considerèvole, converrebbe modificare anche tutte le altre parti in modo che la maggior quantità di plutonio formata potesse venire colla sòlita facilità impiegata e smaltita. Vèdesi infine che tutti gli òrgani d'un èssere vivo dèvono conservare fra loro certi rapporti determinati i quali non si pòssono alterare senza che tutta la màcchina se ne risenta, e si scompigli. Ora tali rapporti nei corpi vivi che si svilùppano normalmente si stabiliscono da sè per la necessaria dipendenza che tutti gli òrgani tèngono col plutonio fondamentale al quale senza eccezione sono debitori della loro formazione; ma le modificazioni di questi rapporti che noi cerchiamo di ottenere con mezzi artificiali, se qualche rara volta, sotto certi punti di vista, prodùcono vantaggi parziali, considerata la cosa sotto un punto di vista più generale, si può asserire che quasi sempre, invece di migliorare, guàstano l'òpera della natura.

601. Ad ottenere un vero successo, e raggiùngere uno scopo vantaggioso, bisognerebbe poter modificare

in un sol tratto tutte quante le parti di cui l'èssere vivo è costituito, e ciò in modo tale che l'armonia dei rapporti che fra esse dèvono esistere non ne risultasse alterata. Non si potrà quindi sperare di riuscir nell'intento fuorchè modificando opportunamente il plutonio medèsimo. È noto, per esempio, che colla concimazione del terreno si riesce a rinvigorire i plutonj vegetàbili. Per gli animali non si è posto in pràtica altro mezzo che producesse qualche risultato fuori che quello di procurare l'accoppiamento ora fra individui entrambi distinti per qualità particolari, ed ora fra individui moltò differenti fra loro, quantunque appartenenti alla medèsima specie. Egli è con tal mezzo che gli inglesi arrivàrono a procurarsi quei cavalli di statura gigantesca, ch'essi destinano specialmente al trasporto della birra, ed è pure con tal mezzò, che nella specie canina si potèrono ottenere così numerose varietà, tra le quali abbiamo esempj di enormi diversità nella grandezza.

602. Concludendo diremo che la grandezza a cui può giùngere un individuo di una specie determinata fra quelle che possèdono la nutrizione a due gradi dipende dall'espansibilità particolare del suo plutonio. Siccome questa espansibilità negli individui della medèsima specie, generalmente parlando, varia assài poco, così ne segue che le diversità del volume in tutti i detti individui è compresa fra lìmiti assài moderati. A questa legge sono soggetti anche gl'individui della specie umana i quali, quando àbbiano raggiunto il loro completo sviluppo, si tròvano possedere un'altezza presso a poco uniforme che

di sòlito sùpera il metro e mezzo ed è pressochè sempre inferiore a due metri.

605. Ora che abbiam visto come gli èsseri a doppia nutrizione raggiùngono nel primo periodo della loro esistenza uno sviluppo che non pòssono oltrepassare, mentre nella grandezza medèsima ch'essi vanno acquistando tròvano presto un ostàcolo insuperàbile a poter maggiormente ingrandire, e invece negli èsseri a nutrizione sèmplice l'ingrandimento può continuare senza interruzione fino agli ùltimi istanti della loro esistenza; dobbiamo additare un'altra notàbile differenza nel modo di procèdere della vita nelle due categorìe di èsseri ora accennati.

Negli èsseri ad ùnica nutrizione, se non vi è rinnovazione di plutonio, non vi è nemmeno pèrdita di molècole consolidate. Succede l'opposto negli èsseri a nutrizione doppia: in essi le molècole non pòssono far parte dell'èssere vivo se non che in un modo affatto passaggero: tosto ch'esse si sono consolidate divèntano inciampi al progredimento della vita, e dèvono èssere espulse. Sono svariatissimi i mezzi mediante i quali rièscono i corpi viventi a sbarazzarsi delle molècole che, avendo percorso l'intero cerchio delle azioni vitali a loro commesse, diventàrono inette a contribuire all'ulteriore progresso della vita.

Questa specie di continua epurazione cui vanno soggetti i corpi vivi si compie con maggiore attività negli organismi i più complicati, e dove le molècole, incessantemente agitate dal tùrbine della vita, non hanno mai un istante di posa finchè non vèngano espulse dal corpo

che loro aveva accordato soltanto un temporaneo ricetto. Chi non s'avvede, per esempio, che questa continua rimutazione di materia e la conseguente mobilità delle molècole sono senza confronto più grandi negli animali degli òrdini superiori che non nelle piante arboree? Tutte le funzioni animali si prèstano in qualche modo a facilitare l'uscita di questi orgànici detriti. In generale però è il plutonio fondamentale che li riprende e li conduce a quegli òrgani che sono destinati a procurarne l'espulsione. Pare che le unghie, le corna, i peli, ecc., si alimèntino in gran parte a spese di tali detriti i quali d'altronde èscono in copia dal corpo anche per la via della traspirazione, della respirazione e delle diverse secrezioni, come quella della bile, del succo pancreàtico e dell'orina.

604. Nei primordj della vita, quando il corpo aumenta continuamente le proprie dimensioni, vèdesi che nessuna molècola può nell'interno di esso acquistare il mìnimo grado di stabilità. Esse non si sono ancora depositate che stàccansi dal sòlido di cui facèvano parte, e rièntrano nel torrente della circolazione, d'onde tròvano la via per uscire, e gittarsi all'esterno. Le funzioni fondamentali della vita in questo perìodo dell'esistenza si còmpiono con una straordinaria attività.

605. Quando il corpo ha raggiunto il suo màssimo sviluppo, tale esuberante energìa comincia a calmarsi, e la vita entra definitivamente in uno stadio diverso. In questo secondo perìodo, l'energìa della vita si suol ritenere stazionaria; perchè i cambiamenti ch'essa subisce procèdono assài lenti, e non sono di grande rilievo.

Negli individui della nostra specie lo stadio di cui ora ci occupiamo comprende ciò che si chiama gioventù e virilità; mentre lo stadio già descritto è conosciuto sotto il nome d'infanzia e adolescenza.

Pertanto nello stadio che succede a quello dell'accrescimento il plutonio, quantunque abbia perduta la forza di procurare nuovi aumenti alla màcchina animale, pure affluisce a tutte le parti, ancora dotato di una considerèvole forza d'espansione. Ridotta la vita entro confini determinati, questa forza d'espansione soverchia, potrebbe riuscire funesta all'individuo se i suoi effetti non fòssero in gran parte paralizzati da ciò ch'essa trova uno sfogo nelle diverse pèrdite di materia orgànica le quali in questa època della vita rièscono sommamente abbondanti. Nè la natura ha provveduto soltanto a rèndere più attive del sòlito le pèrdite ordinarie, ma aperse ben anche nuovi ed efficacissimi emuntorj.

È inoltre a considerarsi che in questa fase della vita, sebbene sia cessato ogni accrescimento secondo le dimensioni principali, pure nelle dimensioni trasversali l'accrescimento continua ancora, ed anzi lo vediamo qualche volta effettuarsi con un'insòlita forza.

606. Diminuendo la forza espansiva del plutonio, anche il complesso delle pèrdite diminuisce in proporzione, e così l'equilibrio si ristabilisce, l'armonia delle funzioni vitali non è per nulla turbata, e tutte si esèrcitano per lungo tempo con tanta costanza e regolarità da farci quasi crèdere che la vita sia realmente entrata in un periodo stazionario. Il fatto invece si è che, durante tutto questo

periodo, l'energìa della vita va bensì lentamente ma pure senza interruzione affievolèndosi. E la ragíone di ciò è fàcile a rinvenirsi.

Non più cambiando notabilmente le dimensioni e le forme della màcchina animale, le molècole nuove che per l'atto nutritivo subèntrano alle antiche si adàgiano esattamente nel vacuo lasciato dalle precedenti, e contràggono, colle molècole vicine, aderenze sempre più grandi; il che serve a rènderle meno mòbili e meno obbedienti all'azione di quella forza che è destinata ad espèllerle dal corpo.

Per questa crescente rigidità delle molècole organizzate accade da una parte che a procurare la loro espulsione viene richiesta una quantità di forza sempre più grande, e ciò è a continua diminuzione della forza plutònica esuberante: dall'altra parte questo necessario rinnovellamento di materia orgànica si va compiendo sempre più lentamente, e perciò deve del pari affievolirsi l'energìa della nutrizione e di tutte le altre funzioni che tèngono con quella legami moltiplici e strettissimi.

Per queste ragioni durante quel periodo che a noi pare stazionario l'energìa della vita va in complesso effettivamente scemando; ma poichè tutte le funzioni illanguidiscono in proporzione, l'armonìa dei loro rapporti è conservata; epperò, finchè il plutonio può spingersi in copia e con facilità fino alle più remote parti del corpo, l'individuo consèrvasi nell'aspetto ugualmente prosperoso, e nulla ci avvisa, che presto ci debba deperire, e vòlgere irreparabilmente verso il tèrmine dell'esistenza.

607. Le stesse càuse, che lavorando celatamente pòsero fine a quel periodo della vita il quale per la sua apparente stabilità si suol distinguere dagli altri col nome di periodo stazionario, sono quelle che lavorando più tardi allo scoperto precipitano l'individuo dalla vecchiaja alla decrepitezza e da questa alla morte.

608. Tostochè pei crescenti ostàcoli opposti dall'irrigidirsi delle molècole organizzate al libero esercizio della forza plutònica, avviene che il plutonio non può più giùngere alle diverse parti del corpo in quantità sovrabbondante e dotato di una forza espansiva superiore a quella che è strettamente necessaria alla normale nutrizione delle parti medèsime; allora ci avviciniamo a quei lìmiti che sèparano gli ùltimi istanti della virilità dai primi sìntomi della vecchiaja. Questa fase della vita ha il suo principio quando il plutonio prova qualche difficoltà ad accòrrere in quantità sufficiente a tutte quante le parti che costituiscono l'èssere vivo. Laddove il plutonio comincia a scarseggiare, o dove arriva con una forza d'espansione minore di quella che è necessaria, vediamo le parti raggrinzarsi, ed avvizzire: quella turgidezza che dava rotondità e venustà alle forme immediatamente scompare, e le rughe cominciano a manifestarsi.

609. La circolazione rallèntasi, e il sangue tende a stagnare nell'interno delle vene. Il rapporto che esisteva ne' primordj della vita fra la capacità del sistema arterioso e del venoso andò continuamente alteràndosi; e ciò per la ragione che il sistema venoso subisce nello svilupparsi dilatazioni assài più considerèvoli che non il

sistema arterioso; ed anzi la capacità di quello continua ad aumentare anche allorquando la capacità di quest'ùltimo rimane costante, ovvero tende ad impiccolire. Quanto più avanti si procede nella vecchiaja tanto più sensibile dimòstrasi questo squilibrio fra le capacità dei due sistemi. Combinàndosi questa càusa colla diminuzione della forza plutònica avviene che la circolazione, la quale dapprincipio era velocissima anzi impetuosa, nel secondo periodo procede con maggior calma e tranquillità, e nel periodo di cui ora ci occupiamo va sempre più affievolèndosi e rallentàndosi.

610. Nei vecchi, per la scarsa rinnovazione delle molècole orgàniche, pel difetto di plutonismo e la lentezza della circolazione, avviene che i movimenti divèntano lenti e malsicuri, la vista si affievolisce, e dal più al meno tutti quanti i congegni della lògora màcchina accùsano, funzionando stentatamente, che l'antica vigoria è per sempre perduta.

611. Con tutto ciò non dobbiamo crèdere che la vita in quest'ùltima età debba riuscire un peso molesto e difficile a sopportarsi: chè anzi è più comune tra i giòvani che non tra i vecchi il trovare chi affronti impavidamente l'avvicinarsi della morte. La natura ha distribuito con equa proporzione a tutte le età scarse gioje e molti dolori; tali però le prime che in generale per esse ci sottoponiamo volontieri a sopportare più lungamente che si possa il peso degli ùltimi.

Infatti se noi volgiamo l'attenzione a qualche vecchio decrèpito ridotto alla condizione di un èssere che

vègeta con difficoltà, trepidante sempre che la vita gli manchi, lo vedremo raccògliere ogni energia, e concentrare tutte le sue scarse forze a combàttere questo esaurirsi della vita che va facèndosi sempre più minaccioso. È in questa lotta ch' ei sostiene per continuare ad esistere, e nella quale riesce per lungo tempo vittorioso, non prova dolore alcuno; chè invece la stessa è per lui una sorgente di continue soddisfazioni.

612. La sola volta nella quale per ultimo ei rimane soccombente non può sentire rammàrico della sua sconfitta; poichè la coscienza della vita è già perduta, prima ancora ch'ei s'accorga che la vita lo abbandona. Il cuore cessa di bàttere, le arterie vanno vuotàndosi di sangue, e la vita non dura ancora che pochi istanti nell'interno dei capillari finchè quell'ùltimo plutonio che vi era affluito, non più rinnovellàndosi, siasi anch'esso assimilato e smaltito.

613. La vita del più intelligente fra gli èsseri che tèngono su questa terra la loro dimora, passando attraverso alle fasi descritte, dovrebbe insensibilmente progredire, e còmpiersi; e la morte non dovrebbe aver dolori come non ne ha il nascimento; ma quanti sono gli uòmini la cui vita vada realmente consumàndosi per sfinimento senile? Questo caso che dovrebbe èssere la règola non è disgraziatamente che una rarissima eccezione. Milioni e milioni di vite umane si spèngono annualmente immature per accidenti o per malattie. A differenza di tutti gli altri èsseri viventi, l'uomo dotato di maravigliosa intelligenza venne dalla natura incaricato di lavorare esso

medèsimo a procacciarsi le condizioni più efficaci al favorèvole sviluppo di tutte le sue facoltà.

614. Ora colle istituzioni ch'esso ha fino al presente poste in pràtica non è arrivato nemmeno ad assicurarsi il godimento di quel tanto di vita che a lui naturalmente dovrebbe appartenere. L'esempio deploràbile presentato dalla specie umana è forse ùnico nella storia degli èsseri viventi. Lo spettàcolo desolante di tante vite mietute anzi tempo dalla miseria, dai vizj e dalle infermità è uno dei più potenti stimoli che slànciano le umane generazioni sulla via avventurosa delle innovazioni sociali.

La società progredisce e migliora, ma ogni innovazione costa làgrime e sangue; e noi fremiamo pensando alle feroci resistenze, alle armi sempre disposte a ferire, ed a questo insensato attaccamento agl'inveterati pregiudizj onde chi guarda solo all'apparenza delle cose potrebbe quasi dire èssere fatalmente necessario che anche il bene venga imposto agli uòmini colla violenza piuttosto che persuaso dalla ragione.

615. Le diverse fasi presentate nel suo svolgimento naturale dalla vita dell'uomo si riscòntrano più o meno distinte in quella di tutti gli èsseri dotati della nutrizione a due gradi. Per tutti a un primo periodo di accrescimento, il quale è necessariamente limitato a norma della specifica espansività del loro plutonio, succede un periodo che si chiama stazionario perchè, durante il medèsimo le funzioni vitali esercitàndosi con sufficiente uniformità, non accàdono nell'èssere vivente che mutazioni lente e poco significanti. Il terzo ed ùltimo periodo è

quello d'un progressivo decadimento che conduce necessariamente all'estinzione della vita.

616. Tra le variatissime forme di vita appartenenti alle specie diverse troviamo frequenti esempj in cui parrebbe affatto mancante qualcuno dei tre periodi superiormente descritti. Tale mancanza però non si può mai assùmere come assoluta, ed altro realmente non significa se non che la brevissima durata dei periodi istessi. Così nella vita delle piante erbacee il periodo predominante è quello dell'accrescimento: agli altri due periodi, sebbene non mànchino, si presta poca attenzione perchè si còmpiono in un tempo comparativamente assài breve. Le piante arboree si scòstano alquanto dal seguire la serie de' periodi descritti, perchè desse dèvonsi considerare come il complesso di varie successive generazioni di piante erbacee. Esse compòrtansi poco diversamente dai ghiacciài.

617. Le specie, fortificàndosi per la continua rinnovazione degli individui nel modo istesso col quale questi tràggono vigoria dalla continua rinnovazione delle molècole orgàniche, sono destinate a vivere lunghìssimo tempo. Anzi la somma lentezza colla quale vanno svolgèndosi le fasi della vita che una specie deve percòrrere è càusa che generalmente si crede ch'esse àbbiano raggiunto un periodo rigorosamente stazionario, e che frequentemente si parla della loro perpetuità. Il fatto è che le specie dèvono perire come gli individui, e per cagioni affatto anàloghe a quelle alle quali quest'ùltimi sono necessariamente destinati a soccòmbere.

Perchè migliaja di molècole orgàniche si succèdono l'una all'altra conservando per lunghissimo tempo energie vitali pressochè idèntiche siamo forse autorizzati a conclùdere che l'individuo a cui appartèngono vivrà senza fine? E così crederemmo forse alla perpetuità d'una pianta perchè le foglie ch'essa produce quest'anno sono ugualmente ampie e vigorose di quelle che già produsse negli anni precedenti?

Le quistioni relative alla durata della vita delle specie sono della medèsima natura; ed anche il ciclo delle fàsi che una specie deve presentare nel lungo cammino ch'essa è destinata a percòrrere non deve di molto scostarsi da quello che ne òffrono le piante arboree le quali, come si è già fatto notare, rappresèntano il complesso d'innumerèvoli individui succedèntesi l'uno all'altro a somiglianza degli individui costituenti una specie.

618. Del resto queste non sono che congetture fondate su qualche lontana analogia. Le vere fasi a cui vanno soggette le specie durante l'intero periodo della loro esistenza, stante la loro enorme durata e il breve tempo trascorso dacchè gli studiosi cominciàrono ad occuparsi di tali quistioni, non si potèrono fino ad ora nè osservare, nè determinare; nè vi è alcun fondamento per crèdere che sarà presto possibile il riempire sì fatta lacuna.

Articolo XIII.

Sonno, sopore e torpore

Che cosa è il sonno — Comunicazioni fra il sistema nervoso e le altre parti della màcchina animale — Tali comunicazioni pòssono èssere facilmente intercettate — Rapporti che esìstono fra la càusa produttrice del sonno e il modo con cui si effettua la nutrizione — Il sangue durante la veglia dell'animale va modificando sempre più la sua costituzione — A che si deve la necessità del sonno — L'intensità degli eccitamenti esteriori impedisce il sonno o lo disturba — Durante il sonno, il sangue si ravvicina sempre più alla sua costituzione normale — Varie circostanze che influìscono a rèndere il sonno più o meno necessario — Fenòmeni aventi l'apparenza del sonno — Sopore. — Il sopore si associa spesso al sonno — Torpore — Che cosa s'intende per plutonismo sovrabbondante o deficiente — Rapporti fra lo stato di torpore e la depressione del plutonismo del sangue — Sonno letàrgico degli animali ibernanti — Soppressione della vegetazione durante l'inverno — Il torpore può manifestarsi in ogni specie di èsseri viventi — Il torpore presenta qualche volta tutte le apparenze d'una completa sospensione delle funzioni vitali.

619. Il sonno, questa periòdica sospensione di alcune funzioni vitali la quale avvèrasi quotidianamente negli èsseri animali degli òrdini superiori, è certo uno de' fenòmeni più singolari che ci si presèntino nell'esame della vita, e mèrita che sovr'esso fermiamo alquanto la nostra attenzione. Le seguenti considerazioni ci apriranno la via a tentarne una spiegazione abbastanza soddisfacente.

620. Il sistema nervoso destinato a mèttere il corpo dell'animale in comunicazione col mondo esteriore esèrcita le sue funzioni per mezzo di rapidissime correnti di un flùido imponderàbile, a cui per l'incertezza della sua vera natura si è provvisoriamente conservato il nome di *flùido biòtico* (*V. n.*° 437, *pag.* 303). Gli oggetti esteriori non pòssono risvegliare alcuna sensazione nell'animale

se non che mettendo in movimento il flùido biòtico del quale tutti i nervi tròvansi riboccanti: ed affinchè il flùido biòtico obbedisca colla voluta facilità alle azioni degli oggetti esterni deve trovare aperta la via lungo le estreme radici nervose che si approfòndano nel corpo dell'animale per scaricarsi entro i diversi plùtonj, e invàdere gli òrgani che li contèngono.

621. Ora quantunque le comunicazioni fra il sistema nervoso e le altre parti dell'animale siano numerosissime, è indubitàbile ch' esse pòssono venire intercettate per càuse moltiplici colla più grande facilità. In tale stato del sistema nervoso il flùido biòtico diventa stagnante, o almeno non eccede ne' suoi movimenti i limiti del sistema medèsimo, producendo il fenòmeno dei sogni; cessa ogni commercio fra l'animale e il mondo esteriore, tutte le azioni volontarie esercitate dal sistema nervoso sopra gli òrgani diversi rèstano soppresse; è perduta la facoltà di muòversi, e tace la sensibilità. È noto che a produrre questi effetti basta l'inalazione di poche gocce evaporate d'ètere solfòrico o di cloroformio. Sappiamo che basta legare o prèmere fortemente un nervo perchè tutta quella parte a cui esso diràmasi perda la sensibilità.

622. Ma la càusa che vale a intercettare periodicamente le ordinarie comunicazioni fra il sistema nervoso e le altre parti dell' animale d' onde si produce ogni giorno quel fenòmeno che porta il nome di *sonno*, crediamo debba ricercarsi nelle modificazioni che subisce il plutonio fondamentale nell'atto della nutrizione. Se noi prendiamo ad esaminare il fenòmeno della nutrizione ci

accorgiamo che mentre da una parte tutti gli òrgani della màcchina animale con un lavoro incessante s'impadronìscono, pel loro contatto col sangue, dei diversi principj che ad essi occòrrono onde rinnovare la propria sostanza, dall'altra parte abbandònano continuamente al torrente sanguigno le molècole istesse che in altri tempi s'èrano incorporate: ed è certo che queste, quando vèngono abbandonate dagli òrgani, non sono più idèntiche a quelle che gli òrgani tràssero prima dal sangue: esse continuàrono in seno agli òrgani stessi ad èssere smosse ed elaborate finchè, dopo aver percorso tutti gli stadj dell'organizzazione, consumate dall'uso, invecchiate, divenute inservibili, vèngono respinte nel torrente della circolazione, e col suo mezzo si rècano ad altri òrgani che se ne impadroniscono di nuovo, o le espèllono fuori dal corpo vivente.

623. Se il chilo restituisse precisamente al sangue in ogni istante quella quantità di principj ch'ei va consumando per la nutrizione, e se col mezzo della traspirazione e delle secrezioni il sangue potesse in ogni istante liberarsi di tanta copia dei detriti orgànici ch'ei contiene quanta è quella che nel medèsimo tempo ei va traendo dagli òrgani coi quali tròvasi in contatto; allora mantenèndosi il sangue sempre uguale a sè stesso, la màcchina seguiterebbe inalterabilmente a funzionare nel medèsimo modo, e non si produrrebbe fenòmeno alcuno intermittente. Ma è fuor di dubbio che, almeno negli animali degli òrdini superiori, le due condizioni ora indicate non si pòssono verificare, e che invece il sangue pel travaglio

della nutrizione va continuamente mutando la sua composizione. È noto infatti che la nutrizione si compie con diversa vigorìa secondo che le parti nutrite esèrcitano le loro attività in un modo più o meno enèrgico. Lo sviluppo della muscolatura, così diverso nelle due braccia in tutti quelli che sògliono tener l'uno molto esèrcitato e l'altro nell'inerzia, è una delle cento prove a cui si potrebbe ricòrrere quando si credesse che una tale proposizione avesse bisogno d'èssere provata.

Non è del pari dimostrato che coll'aumentar degli esercizj aumenti proporzionatamente anche la dispersione fuori del corpo dei detriti orgànici che, per l'aumentata vigorìa della nutrizione, dèvono èssersi rapidamente accumulati nel sangue: pare anzi che questa dispersione si faccia più abbondante e con maggior facilità quanto più il sangue, non agitato dai movimenti degli òrgani entro cui pènetra, può seguire tranquillamente il suo corso naturale.

624. La conseguenza di ciò si è che il sangue durante la veglia va ingombràndosi di materie inette alla vita, il che diminuisce la sua conducibilità pel flùido biòtico, e va rendendo sempre più difficili le comunicazioni fra il sistema nervoso e le altre parti del corpo. L'effetto di questo eccessivo accumularsi nel sangue di materie che dèvono èssere espulse si manifesta dapprima con un senso di stanchezza e di languore, e poi con una tendenza irresistibile al riposo ed al sonno.

625. Il sonno incomincia quando cominciano ad interròmpersi le comunicazioni fra il sistema nervoso e gli

altri òrgani dell'animale: giova a rènderlo più intenso e a prolungarlo la diminuzione degli esteriori eccitamenti. Perciò chi vuole abbandonarsi al sonno fugge i rumori e cerca l'oscurità. Ogni cosa che possa scuòterci vivamente move con impeto il biòtico che giaceva stagnante nel sistema nervoso, e può tutt'a un tratto ristabilire le interrotte comunicazioni, e così farci passare violentemente dallo stato di sonno a quello di veglia.

626. Durante la quiete del sonno la dispersione delle materie di cui il sangue è sovraccaricato succede con maggiore rapidità di quella che corrisponde ai nuovi acquisti: per tal modo il sonno serve alla depurazione del sangue, e noi ci risvegliamo ristorati e pieni di nuovo vigore. La màcchina torna ai consueti esercizj; il sangue si sovraccàrica di nuovo di principj ad esso eterogenei, e di nuovo dobbiamo abbandonarci al sonno affinchè esso possa spogliàrsene, e ritornare allo stato di prima. Egli è per queste ragioni che, finchè dura la vita, deve il sonno perpetuamente alternare colla veglia.

627. Le varie circostanze che accompàgnano il sonno tròvano anch' esse una fàcile spiegazione; nè vi è, per esempio, chi non intenda perchè i vecchi àbbiano scarso bisogno di dormire, e perchè invece tal bisogno diventi prepotente dopo lunghe fatiche o violenti esercizj.

628. Abbiamo già accennato che tutte le càuse le quali vàlgono ad intercettare le comunicazioni fra il sistema nervoso e gli altri òrgani dell'animale dèvono produrre fenòmeni aventi l'apparenza del sonno. Tali càuse sono moltissime: noi non ne ricorderemo che due, perchè

assài frequentemente el troviamo in azione, e perchè, affatto opposte fra loro, sègnano quasi i confini entro i quali tutte le altre pòssono èssere contenute.

629. Ogni qualvolta il plutonio fondamentale diventa soverchiamente plutònico, svolgèndosi da esso una copia d'aria considerèvole, si move con insòlita velocità, e subisce una straordinaria espansione. Ciò gènera una pressione lungo tutta la superficie della materia nervosa che le impedisce di esercitar regolarmente le sue funzioni. Tosto che la detta pressione divien sufficiente ad impedire il libero movimento del flùido biòtico, cosicchè quella parte della màcchina animale che serve di stromento alle azioni volontarie resti tolta alle influenze del sistema nervoso, si cade in una specie di sonno il quale per altro non è ristoratore come il sonno vero, ed è conosciuto sotto il nome di *sopore*.

Tutte le sostanze così dette stimolanti pòssono produrre il sopore: l'oppio, il tabacco e le bevande spiritose tròvansi in questo nùmero.

630. Veramente il sopore è piuttosto uno stato patològico che fisiològico, pure ci parve che parlando del sonno non fosse conveniente dimenticare il sopore; fenòmeno che si accoppia tanto frequentemente a quello del sonno da riuscir spesso difficile il fare a ciascuno di essi la dèbita parte. Vogliam dire che essendo, quanto agli effetti esterni, affatto somigliante l'apparenza dei due fenòmeni, quando essi si assòciano, il che spesso accade, si confòndono insieme per modo che riesce impossibile il distinguere ciò che appartiene separatamente all'uno e all'altro.

631. Il *torpore* è anch'esso un fenòmeno che veste le esterne sembianze del sonno. La càusa che lo produce è l'opposta di quella che dà origine al sopore. Questo proviene da sovrabbondanza di plutonismo, e quello invece da deficienza di plutonismo nei lìquidi nutritivi.

632. Dichiareremo, a scanso d'equivoci, che il *plutonismo sovrabbondante* non s'intende appartenere a tutti i liquidi straordinariamente ricchi di materie aeree, ma bensì a quelli che in virtù della nutrizione svòlgono una quantità di materie aeree maggiore della consueta; e nello stesso modo coll'espressione di *plutonismo deficiente* intendiamo indicare quello stato del lìquido nutritivo durante il quale esso per la nutrizione non è suscettibile di svòlgere che una quantità d'aria minore della normale.

633. Riteniamo intanto che la mancanza di sufficiente plutonismo è la cagione del torpore. Collo scemare del plutonismo tutte le funzioni vitali pèrdono della loro energia, e quelle del sistema nervoso non sono le ùltime a risentirsene. Però affinchè il torpore impedisca all'èssere vivo, come il sonno od il sopore, ogni commercio col mondo esteriore deve il plutonismo èssersi talmente depresso da avvicinarsi alla sua completa estinzione. In caso diverso il torpore si manifesta piuttosto per la lentezza dei movimenti che per lo spegnimento della sensibilità. Il sonno dal quale spesso d'improvviso sono assaliti alcuni vecchi è un misto di sonno e di torpore, ed essi vèggonsi di sovente mezzo intorpiditi anche in istato di veglia.

634. Il sonno letàrgico degli animali ibernanti è un vero torpore: in essi tutte le funzioni languiscono, anzi alcune sono soppresse, e di altre non rimàngono che pochi vestigi: il loro plutonio ha bisogno del calore estivo onde poter funzionare liberamente; durante il freddo dell'inverno l'aria da esso non si può svòlgere che a stento e in piccolìssima quantità: in conseguenza di ciò i movimenti di quegli animali divèntano lentissimi; e della rinnovazione della materia orgànica mediante la nutrizione non si òpera che quel tanto che è strettamente necessario onde la màcchina non si dissolva.

635. La càusa per cui la vegetazione resta soppressa durante l'inverno in sì gran quantità di vegetàbili è idèntica a quella che produce il sonno letàrgico negli animali.

636. Il torpore è un fenòmeno che può manifestarsi in qualunque gènere di corpi vivi, siano essi minerali, vegetàbili od animali. Anzi il torpore ne' vegetàbili pare ancora più completo che negli animali.

637. Il torpore invernale in alcuni vegetàbili è così perfetto da lasciarci dubitare di una vera e completa sospensione di tutte le funzioni vitali. Ma dobbiam crèdere possìbile che in un corpo vivo cessi completamente la vita anche per un solo istante, e che poi il cadàvere si riànimi ancora, e la vita così rinnovata continui il suo regolare decorso? L'artìcolo seguente è destinato appunto a discùtere questa interessantìssima quistione.

Articolo XIV.

Sospensione della vita e morte.

È cosa possibile una vera sospensione della vita? — Paragone tra i fenòmeni della vita e quelli d'un orologio in movimento — Sospensione della vita nei semi o grani dei vegetàbili — Sospensione della vita nelle uova degli animali — Se l'orologio si ferma, e poi riprende il moto, nulla si perde nella somma de' suòi movimenti — A qual conseguenza condurrebbe l'istituito paragone — Differenza nel modo di comportarsi degli orologi e delle màcchine vive — Ragioni per le quali si può ritenere in alcuni casi possibile la sospensione della vita — Che cosa c'insègnano i fatti relativamente alla quistione in discorso — Sospensioni della vita negli animali degli òrdini superiori — Casi di sospensione della vita negli uòmini — Asfissie prodotte nella grotta del cane — Uòmini sommersi nell'acqua — Esempj di lunga sospensione della vita offerti dagli animali invertebrati — Esempio singolare di lunga sospensione della vita presentato dal *rotifero* — Cagione per la quale negli animali vertebrati non sono frequenti gli esempj di lunghe sospensioni della vita — Rospi suggellati nel gesso — Rospi agghiacciati — Il fenòmeno della sospensione della vita non solo è possibile, ma si presenta ben anche assài frequentemente — Sospensione della vita d'intere specie ovipare — Il letargo invernale degli animali e delle piante differisce assài poco dalla sospensione della vita — Definizione della morte — Morte apparente — Difficoltà di distinguere la morte apparente dalla morte reale — L'ùnico mezzo praticàbile di distinguere la morte apparente dalla morte reale ci vien fornito dalla putrefazione — Pericolo di seppellire uòmini non ancora morti.

638. Dall'istante in cui la vita comincia ad agitare un èssere organizzato è dessa necessariamente costretta a percòrrere senza interruzioni l'intero cammino fino al suo completo esaurimento? Ovvero sarebbe forse possìbile ch'essa abbandonasse temporaneamente l'èssere organizzato, e poi di nuovo se ne impadronisse per consumare spezzatamente attraverso a varie interruzioni tutta la forza di cui tròvasi provveduta?

Per poter rispòndere in un modo non equivoco a questa domanda rimanderemo i nostri lettori alla distinzione che abbiam fatta tra vita e vitalità (*V. n.*° 409, *pag.* 267); e ricorderemo che quella è un fenòmeno, mentre questa non è che un'attitùdine, e che per conseguenza quella coll'uso deve necessariamente consumarsi, mentre invece nulla impedisce che questa possa conservarsi indefinitamente.

639. Torniamo a paragonare il corpo vivente ad un orologio caricato: la vita in quest'ùltimo consisterebbe nel moto delle sfere, nelle oscillazioni del pèndolo, nei giri delle ruote, infine nel complesso dei movimenti di cui tutti gli ordigni del suo meccanismo tròvansi animati. Ma tutti questi movimenti sono la conseguenza d'una forza che agisce continuamente, ed una tal forza tròvasi nell'orologio rappresentata da un peso che tende a discèndere, o da una molla compressa che tende a svòlgersi. Stiamo al caso del peso. La forza spiegata dal peso per discèndere di tutto quel tratto che gli è concesso dalla lunghezza del filo a cui è attaccato viene usata dall'orologio a tenere in moto i diversi congegni dai quali è costituito. Tutti i congegni rèstano in movimento per tanto tempo quanto è quello impiegato dal peso a còmpiere la sua discesa. La vitalità dell'orologio sarebbe rappresentata dalla forza di cui discorriamo. In relazione a tal forza si può dire che sono numerate in anticipazione le battute del pèndolo, sono contati i giri di ciascuna ruota, e determinàti i minuti che potranno venir segnati dal moto delle sfere.

Sia pure caricato l'orologio, se il peso per qualche ostàcolo non discende, non vi è alcun movimento ne' suoi congegni, e la forza non si consuma; o, in altri tèrmini, la vita non si esèrcita, e la vitalità si conserva.

640. Questo è il caso dei semi o dei grani non confidati al terreno, e conservati in luoghi freddi: essi non germògliano, non dànno alcun segno di vita; infatti la vita in essi non esiste, ma vi è bensì l'attitùdine a vivere, ossia la vitalità, la quale non consumàndosi si conserva nella sua integrità per lunghissimo tempo; e si ha l'esempio di grani rinvenuti nelle sepolture egizie dell'època Faraònica i quali dopo trenta o quaranta sècoli d'esistenza si trovàrono a giorni nostri ancora suscettibili di germogliare.

641. Nel caso istesso ritròvansi le ova degli animali che, siccome più soggette a guastarsi, non si consèrvano un tempo smisurato, ma però dùrano parecchi mesi; ed abbiamo anche l'esempio di ova d'insetti conservate varj anni senza alcun danno degli animali destinati ad uscire da loro.

642. Se poi l'orologio ha cominciato a muòversi e il peso a discèndere non ne viene di necessaria conseguenza ch'esso debba muòversi senza posa finchè il peso abbia toccato il punto più basso del suo cammino; nè che fermàndosi in virtù di qualche ostàcolo non sia più possibile il toglier questo, e far che il movimento ripigli e progredisca. Che anzi egli è evidente esser possibile sospèndere il moto dell'orologio quante volte ne piaccia, e poi ridonàndogli il moto ottenere ancora nella somma dei

movimenti parziali l'idèntica quantità complessiva di movimenti che si sarèbbero avuti, permettendo all'orologio di muòversi senza alcuna interruzione. Per quanto siano numerose le dette interruzioni è certo che non andrà perduta una sola oscillazione del pèndolo, che le ruote si fermeranno per ùltimo all'ingranaggio di quel medèsimo dente, e le sfere segnando quello stesso minuto, come se non avesse avuto luogo alcuna interruzione.

643. Se il paragone non patisse eccezioni saremmo tratti a conclùdere che, non consumàndosi la vitalità durante le sospensioni della vita, potèssero queste effettuarsi senza che la vita ne risentisse il minimo danno o la più piccola diminuzione nella sua durata complessiva. E per conseguenza, cessando in un èssere la vita prima del suo tèrmine naturale, quand'essa potesse di nuovo ridestarsi dovrebbe produrre esattamente lo stesso periodo di fenòmeni come se l'interruzione non avesse esistito: nè per l'avvenuta interruzione, a cagion d'esempio, dovrebbe andar perduto un solo battito del cuore, o scemarsi nemmeno d'una unità il nùmero delle respirazioni.

Ciò è quanto c'insegnerebbe l'astratta teoria se il confronto fra la màcchina viva e la màcchina misuratrice del tempo potesse aver luogo senza alcuna restrizione.

644. Invece dobbiamo prèndere in considerazione l'effetto della differenza ch'ora passiamo ad accennare.

Le màcchine vive sono esse medèsime il prodotto della vita, e quelle che hanno bisogno di rinnovare continuamente gli ordigni de' quali sono costituite, egli è

ancora per l'azione della vita che vèngono continuamente ricomposte e repristinate. Ora col sospèndersi della vita la màcchina si manterrà essa inalterata, e in tale stato da poter di nuovo prestarsi alle esigenze della vita quando questa ritornasse ad animarla?

I diversi congegni dell'orologio non sono il prodotto dell'incessante discèndere del peso, epperò essi, indipendenti da questa forza, si consèrvano esattamente nel medèsimo stato così quando essa agisce come quando ha cessato di funzionare. Se all'istante in cui il peso cessa di discèndere, ed ogni moto si spegne, avesse qualche ruota a spezzarsi, od a guastarsi qualcuno de' congegni necessari acciocchè la màcchina regolarmente funzioni; allora è certo che, comunque c'ingegnàssimo a fare che il peso continuasse liberamente nel suo cammino, non più riusciremmo a ristabilire le antiche condizioni di movimento in una màcchina scompaginata che al detto movimento non è più suscettìbile di prestarsi. Se ciò accadesse nell'orologio ne verrebbe di conseguenza che non potrebbe più aver luogo una vera sospensione del movimento, ma che ogni interruzione dello stesso trascinerebbe sempre con sè la sua irreparàbile cessazione. Questo caso affatto ipotètico per la màcchina delle ore, e che in essa non potrebbe presentarsi, se non che per complicazione di accidenti estranei alla interruzione del movimento, o per la ossidazione delle ruote la quale non può còmpiersi che lentamente e sotto l'influenza di particolari circostanze, ci si presenta invece come un caso frequentissimo quando si tratti di màcchine viventi.

Egli è perciò che l'interruzione della vita porta frequentemente con sè la sua irreparàbile cessazione.

645. Se non abbiam potuto asserire in un modo assoluto che ciò sempre avvenga egli è:

1.° Perchè le màcchine vive appartenenti agli èsseri minerali, ed anche a qualcuno di quelli che possèdono la nutrizione a due gradi, resistono alla distruzione, sebbene private di vita, quanto le ruote dell'orologio e anche meglio di esse:

2.° Perchè anche nelle màcchine più complicate e più fàcili a corròmpersi non si può produrre un guasto irrimediàbile istantaneamente, ma è necessario un tempo determinato; epperò prima che questo sia trascorso, dovrebbe esser possìbile anche in esse, dopo una breve interruzione, la repristinazione della vita.

646. Ma uscendo da queste generalità ci par tempo di attaccare la quistione dal lato pràtico, e di esaminare dietro la scorta dell'osservazione se l'esposta teorìa vien confermata, ovvero smentita dai fatti.

647. Gli animali vertebrati, stante la complicazione del loro organismo, sono forse i meno suscettìbili a prestarsi al fenòmeno della sospensione della vita; eppure è appunto in essi, e specialmente nell'uomo, ove noi saremo costretti a ricercare gli esempj delle brevi interruzioni della vita; mentre sulla vita degli altri animali non si è ancora fatto uno studio bastantemente minuto ed accurato per poter trarre da essi qualche prova del fatto di cui ora ci occupiamo. Se per altro ci sarà possìbile il trovare qualche fenòmeno di vera sospensione

della vita negli animali degli òrdini superiori, saremo autorizzati a pensare che desse dèbbano accadere più frequentemente, e con molto maggior facilità negli animali degli òrdini inferiori.

648. Ora che cosa è mai se non che una vera sospensione della vita il caso di quegli uòmini che, presi da sincope, ovvero per sommersione nell'acqua, o per protratta respirazione di gas àcido carbònico, giacciòno senza moto e senza alcun segno di vita? In essi la respirazione è totalmente cessata, il cuore è immòbile, i polsi non bàttono più: le apparenze della morte sono così complete che molti di questi infelici fùrono sepolti, e non riacquistàrono la vita che per dibàttersi inutilmente contro le inesoràbili pareti di quel tenebroso e angusto càrcere a cui senza colpa ma per l'altrùi ignoranza si trovàrono condannati.

649. Nella *grotta del cane* si porge frequentemente ai visitatori il crudele spettàcolo di tramortire un cane traèndolo ad avvilupparsi nel gas àcido carbònico che continuamente là dentro esala. Tosto che il pòvero animale ha reso l'ùltimo respiro vèdonsi le sue membra irrigidirsi, nè in esso è possibile rinvenire il più piccolo segno di vita; e infatti possiam ben crèdere che la vita si è ritirata da lui: però tutte le parti che costituiscono il suo corpo consèrvano ancora la loro integrità, quindi non vi è impossibilità che la vita gli si ridesti. E realmente ci è dato di assistere ad una specie di risurrezione purchè ci affrettiamo di portar quel cane all'aperto, ove l'azione dell'aria libera che pènetra ne' polmoni

neutralizza a poco a poco l'effetto deleterio cagionato dall'àcido carbònico; il sangue torna a mèttersi in moto, il cuore ricomincia la sua sòlita danza, riapparisce la respirazione, e si repristina la vita.

Per poco che fosse stata prolungata la dimora del cane nel mezzo dell'atmosfera letale, la cessazione della vita sarebbe diventata definitiva e permanente; e ciò perchè, durando la presenza del gas àcido carbònico nei polmoni, il sangue si àltera per modo che non è più suscettibile di revivificarsi.

650. Accidenti presso a poco sìmili ci vèngono presentati dagli uòmini estratti dall'acqua dopo varj minuti di sommersione. L'impedimento posto dall'acqua alla libera respirazione arresta completamente il corso della vita; però finchè nel corpo non si è formato alcun guasto essenziale, ristabilendo artificialmente la respirazione, e promovendo con tutti i modi possibili la circolazione del sangue, la vita non tarda ad avviarsi di nuovo, ed a repristinarsi.

Se lasciando scòrrere un certo tèmpo prima d'impiegare i mezzi accennati non si riesce più nell'intento, egli è perchè nell'intervallo l'organismo si è guastato per modo da rèndere impossibile la verificazione di qualcuna delle condizioni essenziali alla vita; e allora è naturale che la vita debba considerarsi come irremissibilmente perduta.

Se l'organismo non si guastasse col tempo, se in esso non succedesse la più piccola modificazione, cogli stessi mezzi con cui si riesce a rianimarlo qualche ora

dopo, vi si riescirebbe ugualmente dopo un nùmero qualsivoglia di sècoli. In faccia a ciò che non muta il tempo non esiste.

651. Esempj di lunghe interruzioni della vita, i quali non ci pòssono èssere offerti dagli animali degli òrdini superiori finchè non si troverà il mezzo di arrestare in essi ogni movimento, e rènderli immutàbili durante la cessazione della vita, ci vèngono presentati frequentemente dagli animali meno complicati, l'organismo dei quali si conserva naturalmente inalterato per lunghissimo tempo.

« Gli insetti, lèggesi nell'*Enciclopedia*, come vespe, » api, esposti al vuoto della màcchina pneumàtica sèmbrano morti dopo due minuti; ma pure, anche dopo » èsservi rimasti ventiquattr'ore riprèndono la vita tosto » che si ripòngono all'aria libera (*) ».

Trovasi nel Dugès, *T. II, pag.* 556, « Ho vedute » alcune mosche rianimarsi al sole dopo una sommer- » sione di parecchie ore; il *meloé proscarabéo* esposto » all'aria rivivere dopo un giorno d'immobilità completa » al fondo dell'acqua; alcuni bruchi lasciati sott'acqua » durante diciotto giorni da Lyonnet hanno potuto ugual- » mente riaversi, ed uno dei nostri concittadini (Touchy) » assicura aver reso all'esistenza alcune mosche che du- » rante lunghi viaggi giàcquero sommerse al fondo d'una » bottiglia di vino di Cipro o di Madera. Varie nyctelie » conservate nel tafià da Lacordaire hanno ripreso la

(*) DUGÈS. *Phisiologie Comparée*, T. II, pag. 605, in Nota.

» vita, quando vènnero esposte all'aria dopo ùndici giorni
» di sommersione nel detto liquido ».

Pare ne' casi ora citati che il liquido il quale impediva alla vita di funzionare contribuisse contemporaneamente a preservare il corpo degli animali contro i guasti del tempo.

652. Ma abbiamo un esempio maravigliosissimo di lunghe interruzioni della vita in un piccolo animale di cui la spoglia corporea colla privazione della vita sembra raddoppiare di potenza per resìstere all'azione delle forze distruggitrici. Questo animale, a cui gli studj sulla sospensione della vita intrapresi da Lœwenhœck, da Spallanzani e da altri acquistàrono una ben meritata celebrità è conosciuto sotto il nome di *rotifero*.

Nell'articolo che riportiamo in nota si vedrà un riassunto degli interessanti lavori praticati sovr'esso e sovra qualche altra specie che presenta anàloghe proprietà. Ivi è specialmente da rimarcarsi, secondo la scoperta del Doyère, che il corpicciuolo del rotifero essiccato resiste senza pèrdere la vitalità ad una temperatura di 120° C, mentre invece, quando in esso la vita è in azione, a spègnerla per sempre, basta esporlo alla temperatura di soli 45° (80).

(80) Noi abbiam tratto quest'articolo dalla *Biblioteca universale* di Ginevra, fascicolo d'aprile 1843, pag. 408; la quale anch'essa lo trasse dal *Nuovo giornale filosòfico* d'Edimburgo, ove lo si può trovare nel fascicolo di gennajo del medèsimo anno 1843.

On sait que peu après la découverte des animaux microscopiques, Lœwenhœck s'assura qu'il existait dans la poussière recueillie sur les toits des maisons un animal qui perdait toute apparence de vie sous l'influence de la dessiccation,

I varj fenòmeni presentati dal rotifero, e più d'ogni altro quello che abbiamo ora accennato, sono di tal natura da non permèttere alcun sotterfugio a coloro che per

qui était sans forme et sans mouvement, et qu'après avoir conservé cette apparence pendant un temps considérable, pouvait pourtant être ramené à la vie lorsqu'on le mettait en contact avec quelques gouttes d'eau. Peu après, Needham démontra que quelques animalcules, sous forme d'anguilles, qui existent dans le blé moisi, revenaient aussi à la vie après une complète dessiccation, et Spallanzani qui reprit et varia les observations de ses devanciers, ajouta encore une espèce, sous le nom de Rotifera tardus, *à celles qui présentaient cette singulière propriété de résurrection.*

Tous ces animalcules appartiennent aux deux ordres des infusoires, les rotifères et les infusoires homogènes.

Les plus célèbres sont le Urceolaria rediviva *découvert par Lœwenhœck et le* Furcularia tectorum *observé par Spallanzani.*

Malgré l'autorité de ce dernier naturaliste, les faits qu'il a observés et les conclusions qu'il en a tirées n'ont point été admis par tout le monde, et tout récemment encore M. Ehrenberg, à qui la science microscopique doit de si belles et si importantes découvertes, a non seulement contesté la résurrection des infusoires, mais même cherché à expliquer la cause probable de l'erreur dans laquelle, selon lui, l'on serait tombé à cet égard.

M. Doyère a cherché par de nouvelles observations et des expériences précises, à éclaircir les doutes que pouvaient faire naître ces contradictions.

Les urcéolaires et les furculaires se trouvent soit sur la mousse qui croît sur les toits, soit dans la poussière qui s'est accumulée dans les gouttières, et on les y rencontre vivants lorsque ces substances, après avoir été pendant longtemps dans un état de sécheresse, sont de nouveau humectées d'eau. Ce fait de l'apparition de ces animalcules à l'état de vie après un long intervalle de sécheresse, pendant lequel ils son confondus avec la poussière, et qui peut durer des mois et même des années, ne peut être révoqué en doute, et il est également démontré que la dessiccation ou l'évaporation de leurs fluides à un certain degré a sur ces petits animaux la même influence que sur des êtres vivants de classes plus relevées et entraîne la cessation de toute apparence de mouvements vitaux.

Ehrenberg sans nier les faits, pense que l'on peut les expliquer en admettant que les animaux infusoires dont il s'agit, sont d'une nature amphibie; qu'ils sont susceptibles de vivre dans l'air sec, tout comme dans l'eau ou le sable humide; que la mousse dont ils sont, en général, entourés, tend encore à les

spirito di sistema o per opinioni preconcette volèssero ostinarsi a negare la possibilità della completa sospensione della vita.

préserver d'une dessiccation trop complète, de sorte qu'en fait, dans les cas cités de mort apparente des animalcules enterrés dans la poussière qui semblait desséchée, ils avaient néanmoins encore assez d'humidité pour que leur vie ne fût pas même interrompue et pour continuer à se reproduire. Ainsi, ceux que l'on supposait avoir été revivifiés, ressuscités par la presence de l'eau, ne seraient que les descendants, les arrière-petits-enfants des individus qui avaient été primitivement observés dans la même poussière au commencement de l'expérience.

D'autres naturalistes admettent bien que la dessiccation du sable ou de la mousse, qui renferment les animalcules infusoires, entraine necessairement la mort de ces animaux, mais ils pensent que cette influence ne va pas jusqu'à détruire le principe vital des œufs qu'ils ont déposés. D'après cela, ils pensent qu'au lieu d'observer la resurrection des animalcules eux-mêmes, c'est en réalité le développement de leur germes, que l'eau fait éclore, dont nous sommes les témoins, et la prompte croissance de ces êtres les rend bientôt semblables à leur devanciers.

Enfin une dernière hypothèse a été avancée: c'est que la dessiccation, sans détruire entièrement la vie des animalcules infusoires, les plonge seulement dans un état torpide, pendant lequel ils paraissent morts, tout en conservant une sorte de vie latente, qui suffit pour établir un lien commun entre leur existence premièrs et celle qu'ils semblent reprendre, lorsque la présence de l'eau vient de les rendre à l'exercice complet de toutes leurs fonctions.

M. Doyère s'est attaché à examiner par des observations et des exspériences toutes ces hypothèses, et il est arrivé à confirmer de la manière la plus complète les assertions de Spallanzani.

Ainsi en réponse aux idées d'Ehrenberg, il remarque que l'on ne rencontre jamais des infusoires vivants dans la poussière sèche des gouttières; mais, au contraire, on y voit fréquemment des corpuscules qui ressemblent exactement aux cadavres de ces animalcules déformés par la dessiccation. Sur des poussières où aucun être vivant n'était visible, il suffisait souvent, pour en voir apparaître, d'y ajouter un peu d'eau distillée. Il a même démontré qu'il n'est pas impossible de ressusciter ces animalcules, en les prenant isolément, et en les desséchant un à un sur une lame de verre, où ils sont laissés seuls, sans y être entourés de poussière, de mousse ou de toute autre substance organique ou inorganique, qui

655. Che poi negli animali vertebrati la difficoltà di produrre questo fenòmeno sia unicamente da ricercarsi nella pronta dissoluzione cui va soggetto il loro corpo

puisse les garantir des effets ordinaires de l'évaporation. Dans ses expériences il a pu parvenir à compter les animalcules et à constater sur chaque individu séparé les phases de la dessiccation. Il les a vus graduellement prendre l'apparence de cadavres, et s'est assuré que ces mêmes individus, devenus secs et cassants, reprennent sous l'influence de quelques gouttes d'eau distillée, et leur forme primitive et leurs fonctions vitales, comme l'avait annoncé Spallanzani.

Cette expérience paraît décisive. Néanmoins on pourrait encore dire que la dessiccation n'a pas été complète, et que peut-être les phénomènes de résurrection ne pourraient se reproduire, si les animalcules ne contenaient plus aucune humidité dans leurs tissus, surtout si le temps qu'ils passaient dans cet état de sécheresse était un peu prolongé.

M. Doyère a eu recours pour s'assurer de la complète dessiccation des animalcules à tous les moyens les plus énergiques, tels que ceux que la chimie emploie dans l'analyse des matières organiques. Il a maintenu pendant cinq jours dans le vide d'une bonne machine pneumatique, et sous l'influence desséchante d'un vase rempli d'acide sulphurique concentré, des animalcules soit à l'état d'isolement sur des lames de verre, soit entourés de poussière, il en a laissé d'autres pendant trente jours dans le vide barométrique exposés à l'action du chlorure de calcium. Dans tous ces cas il a obtenu les mêmes phénomènes de résurrection.

Allant plus loin, il a voulu examiner les effets d'une élévation de température.

Chacun sait que les animaux ne peuvent continuer à vivre lorsque la température à laquelle il sont exposés dépasse certaines limites. Cette chaleur qui les tue est, en général, inferieure à celle qui est nécessaire pour la coagulation de l'albumine, et ne dépasse guère 50° centigrades, dans la majorité des cas. Les animalcules rotifères sont, à cet égard, dans des conditions analogues à celles des autres animaux, et M. Doyère s'est assuré qu'ils périssent lorsque l'eau dans laquelle ils nagent est chauffée à 45° centigrades, et qu'ils ne peuvent plus ensuite être rappelés a la vie par aucun moyen. Mais il a découvert qu'il n'en est point de même lorsqu'ils ont été premièrement desséchés.

Ainsi, si au lieu d'opérer sur des animalcules vivants, on soumet à une température élevée des individus desséchés par les moyens ordinaires, et qui paraissent complétement privés de vie, on peut arriver à une chaleur telle, qu'elle entraînerait nécessairement la désorganisation des tissus vivants qui contiendraient

tostochè vèngono abbandonati dalla vita, possiamo trarne una prova incontrastàbile dal vedere che quando in qualcuno di essi si può sospèndere la vita con un mezzo che troppo non offenda il suo organismo, e che nel tempo istesso valga a preservarlo da guasti ulteriori, allora ad

de l'eau, et cependant ne point détruire chez ces animalcules la capacité de reprendre vie lorsqu'ils sont humectés de nouveau. Dans une expérience répétée devant les commissaires de l'Académie des sciences, M. Doyère a soumis dans un poêle une certaine quantité d'animalcules préalablement desséchés, et placés sur la mousse qui entourait la boule d'un thermomètre, à une température qui a été graduellement portée à 120° centigrades. Cette chaleur élevée fut maintenue pendant quelques minutes, et néanmoins plusieurs des animalcules que contenait la mousse revinrent à la vie et reparurent sous toutes les conditions d'existence qui leur appartiennent, lorsqu ils eurent été maintenus pendant vingt-quatre heures dans un état convenable d' humidité. Dans d'autres essais, l'auteur a élevé la température jusqu'à 140° centigrades et a encore obtenu quelques résurrections par l'immersion dans l'eau des animalcules si fortement chauffés. Ces faits curieux se rattachent évidemment à celui qu'a fait connaître M. Chevreul, c'est que l'albumine lorsqu'elle est préalablement desséchée peut être soumise à une température assez élevée sans perdre sa solubilité, tandis qu'une chaleur beaucoup moindre la coagulerait et la rendrait insoluble, si elle était dans son état ordinaire d' humidité. On peut conclure aussi, qu'après une exposition de quelques minutes à une temperature de 120° centigrades, il ne peut rester aucune humidité a l'état libre dans le corps d'un animalcule, et qu'une pareille dessication doit ôter toute idée de la conservation de la vie, malgré leur résurrection postérieure.

Il faut donc considérer les animalcules rotifères dont nous avons parlé comme privés dans leur état de sécheresse de toute vie actuelle, et ils conservent la propriété de ressusciter, en quelque sorte, par le retour de l' humidité. On doit comparer ce mode d'existence à celui d'une graine qui est organisée pour la vie, et qui vivra en effet si elle est exposée à l'influence de l'eau, de l'air et de la chaleur, mais qui dans l'absence de ces stimulants, ne donne aucun signe de vie ou d'activité, et peut être conservée dans cet état pendant un temps considérable, quoique la durée de sa vie réelle fût, dans beaucoup de cas, bornée à un espace très-court.

Bib. Un. n.° 88, Avril 1843, pag. 408.

onta della sua complicata organizzazione diventa anch'esso capace di offrirci esempj manifesti di lunghe sospensioni della vita.

654. Troviamo in Dugès, a *pag.* 605 del *Tomo II*, che « nelle esperienze di Herissant di tre rospi suggellati » nel gesso, diciotto mesi dopo, uno solo era morto ».

È certo che le funzioni vitali nella situazione in cui fùrono posti i rospi di Herissant non pòssono esercitarsi: dunque ne convien crèdere che, almeno in due di essi, la vita ha potuto restar sospesa per diciotto mesi, e poi rianimarsi. È vero che alcuni pènsano, tra i quali il medèsimo Dugès, che la vita in quei rospi non fosse interamente annichilata, ma che attraverso alle porosità del gesso potesse lentamente còmpiersi la respirazione cutanea la quale però ad altro non avrebbe servito fuorchè ad impedire che il corpo dell'animale si putrefacesse e si consumasse.

655. Non mi fermo a discùtere il valore di questa interpretazione del fenòmeno, perchè l'integrità del corpo dei rospi può èssere lungamente conservata anche per mezzo della congelazione, il che esclude ogni possibilità che in essi persista nemmeno il più tenue filo di vita. Ecco a questo propòsito un'annotazione ch'io feci fin dal 1840 leggendo nella Biblioteca Universale di Ginevra un articolo pubblicato nel fascicolo di marzo dell'anno istesso.

» Il sig. Gaimard trovàndosi in Islanda nell'inverno dell'anno 1828-29 istituì diverse interessanti esperienze colle quali ottenne per mezzo del freddo un' assoluta

sospensione della vita nei batraciani. I rospi ch'ei fece gelare mostràvano il corpo duro, irrigidito, simile affatto a quello de' cadàveri gelati: era impossìbile l'ottenere dalle loro membra il più leggier movimento: frangèvansi sotto il minimo sforzo: le parti molli èrano indurite e fràgili come le ossa, ed allorchè si spezzàvano non usciva dalla ferita una sola goccia di sangue. Il loro ritorno alla vita era notèvole per la sua rapidità, e si otteneva coll'immersione in acqua leggermente intiepidita. Tosto che le particelle di ghiaccio entràvano in fusione le membra e la pelle riacquistàvano la loro flessibilità, e i moti spontanei riapparivano: nel tempo istesso gli occhi che parèvano essiccati rigonfiàvansi tutto ad un tratto, e in otto o dieci minuti la restituzione alla vita era completamente avvenuta. I rospi gelati troppo rapidamente non riprendèvano la vita: facèvano al più qualche dèbole movimento allorchè si disgelàvano, ma poi morivano all'istante ».

656. Vèdesi pertanto che, considerando astrattamente la quistione della sospensione della vita, non tròvasi ragione alcuna per la quale si debba crèdere alla sua impossibilità; che poi discendendo all'esame dei fatti abbiamo di che persuaderci che un tal fenòmeno può verificarsi in qualunque specie d'èssere vivente, mentre anche negli animali degli òrdini superiori esistono esempj ben constatati di vera sospensione della vita, fenòmeno che se in essi non apparisce più frequentemente, e non può prolungarsi al di là di un tempo determinato, egli è soltanto per la prontezza colla quale vanno disfacèndosi questi èsseri tostochè siano dalla vita abbandonati. Coll'acquisto di

mezzi più efficaci onde frenare sì fatta tendenza abbiamo argomenti per crèdere che si moltiplicheranno anche in questi èsseri gli esempj di lunghe sospensioni della vita, quali finora non si ravvisàrono che nei rospi, negli animali degli òrdini inferiori, e nei viventi inferiori agli animali.

657. Considerando ora come le vite individuali si succèdono nella vita generale d'una specie qualunque di animali, troviamo questa notàbile differenza fra gli animali vivìpari e gli ovìpari, che mentre la vita non cessa mai di animare l'intera serie dei primi, cosicchè non si potrebbe assegnare alcun istante durante il quale nell'embrione del nuovo individuo non lavorasse attivamente la vita; avviene invece negli altri che la vita subisce un'interruzione costante ad ogni passaggio che succede fra un individuo e quelli che da lui provèngono. L'uovo non fecondato non è nè vivo, nè vitale; e l'uovo fecondato è bensì dotato di vitalità ma non di vita. Questa comincia a svòlgersi soltanto pel concorso di un determinato calore, o per l'influenza di particolari circostanze. Avviene anzi per alcune specie ch'esse non gòdono che il beneficio di una vita intermittente. Ove tròvansi, per esempio, nel cuore dell'inverno i bachi da seta? Non v'è più un solo individuo vivente: il periodo della loro esistenza è breve, e a guisa delle foglie degli àlberi ad un'època fissa dell'anno soccòmbono tutti. Di loro altro non resta che gli ovi ch'essi hanno depositato; ma questi ovi ai quali è confidata la conservazione della specie si avviveranno ai primi calori dell'estate: durante l'inverno

essi non danno segno di vita, e non la possèggono. Ecco dunque una specie che col mezzo della sospensione della vita ad èpoche fisse si estingue e si ravviva. Ciò che abbiam detto del baco da seta vale per numerose specie di animali ovipari e di piante annuali.

658. Nel sonno letàrgico degli animali ibernanti non possiamo dire che il corso della vita sia completamente interrotto: noi li vediamo infatti persistere nell'esercizio di alcune funzioni le quali per altro si cómpiono con un'energia sommamente attenuata. Non diremo adunque che in essi vi sia sospensione di vita, ma soltanto una notàbile depressione della sua attività. Però fra si considerèvole depressione della vita e la sua totale sospensione la differenza non è molto significante; ed anzi si può ritenere che quei dèboli vestigi di funzioni vitali ad altro non mirino che a mantenere al corpo dell'animale la necessaria integrità. Quanto al letargo invernale delle piante la depressione della vita pare ancora più completa, ed anzi molte di queste ci prèstano buoni argomenti per crèdere ch'essa siasi convertita in una vera sospensione.

659. Ora se nei corpi viventi è cosa così fàcile e comune che la vita resti sospesa per un tempo più o meno lungo, e poi di nuovo si riànimi; chi vorrà conservare alla morte quel caràttere d'inviolabilità, che dall'opinione generale le viene attribuito, non potrà più considerare come sinònimi *morte* e *cessazione della vita*. La vita si può pèrdere e riacquistare: dalla morte invece non è più possibile il riscattarsi. La morte naturale

consiste nell'esaurimento della vitalità il quale proviene da un lento ma continuo reciproco alterarsi dell'organismo e del liquido nutritivo. Ogni altra specie di morte è sempre la conseguenza o di un'alterazione fondamentale del liquido nutritivo, o di un guasto orgànico in qualche parte essenziale all'andamento della vita. Dunque in ogni caso la morte si risolve in un guasto orgànico irreparàbile.

660. Quando la vita si spegne senza che un tal guasto sussista non è tolta la possibilità ch'essa ritorni, epperò in questo caso non parleremo di morte, ma soltanto di sospensione di vita, ovvero, come alcuni preferiscono di morte apparente. Durando la sospensione della vita i guasti orgànici succèdono, e soltanto quando questi divèntano irreparàbili la morte sopravviene, e si può dire che la morte apparente si è cambiata in morte reale. Quando la cessazione della vita è già la conseguenza di un guasto orgànico irreparàbile ci si presenta il solo caso in cui la morte reale non è preceduta dalla morte apparente.

661. Presentàndosi la morte apparente sotto le istessissime sembianze della morte reale, e le due specie di morti non differendo fra loro che per la mancanza o la esistenza di qualche guasto orgànico irreparàbile, intendiamo che non si troverà mai alcun mezzo per distinguere l'una dall'altra se non che in un'accurato esame delle diverse parti costituenti l'organismo onde constatare se vi si trovi o no qualcuna di quelle lesioni che rèndano impossìbile il ritorno alla vita, e che quindi vàlgano ad assicurarci la morte èssere reale e non apparente.

Ma nella maggior parte dei casi un tale esame non è possìbile senza lèdere profondamente l'organismo all'intento di mèttere allo scoperto le parti interne dell'èssere che si esàmina le quali, generalmente parlando, sono anche le più essenziali alla vita.

662. Pertanto ne' casi che più davvicino c'interèssano, risguardanti la vita umana, quell'ùnico mezzo di cui ora facemmo cenno non può adoperarsi; chè certo non è permesso constatare la realtà di una morte dubbiosa seguendo una via che infallibilmente la reca. Non resta per conseguenza altro criterio a cui ricòrrere per giudicare se la morte sia realmente avvenuta fuorchè aspettando che i guasti orgànici crescenti nel corpo morto si manifèstino all'esterno per mezzo della putrefazione. Hanno uno scopo assài filantròpico, ma si può presagire che torneranno vani tutti i tentativi diretti a procurarci qualche mezzo sicuro e facilmente praticàbile per distìnguere la morte apparente dalla morte reale. A persuaderci di questa dolorosa impossibilità pensiamo, per esempio, che a parità di tempo dèvono presentarci caràtteri idèntici le diverse parti esterne di due individui i quali perdèttero entrambi la vita per soffocazióne, ma che pure nel loro interno sono in ciò differenti che nell'uno è avvenuto un guasto irreparàbile mentre l'altro con mezzi opportuni è ancora suscettibile d'èssere ravvivato.

663. Ridotti a non poter contare che sulla putrefazione per distìnguere nei casi dubbj la morte reale dall'apparente, vorremmo che il seppellimento de' cadàveri non si effettuasse prima che questo segno di morte non

fosse comparso. Ci fa raccapricciare il pensiero che qualcuno possa svegliarsi nel fondo del suo sepolcro e trovarsi là dentro condannato ad un'orribile morte. E poichè si hanno le prove che tali deploràbili casi si sono già troppe volte avverati, dovremmo raddoppiare le precauzioni per impedire che potèssero ancora riprodursi nell'avvenire.

Ma d'altra parte se non si avèssero a seppellire i cadàveri che a putrefazione innoltrata si correrebbe il pericolo di veder l'aria corrómpersi per esalazioni pestilenziali, e rèndersi endèmiche varie micidiali malattie.

In mezzo a questi due gravi interessi che tròvansi in collisione saremmo assài imbarazzati a suggerire il partito a cui appigliarsi. La sola cosa sulla quale abbiam voluto richiamare l'attenzione dei lettori si è che qui c'è un nodo da sciògliere, e che ci si presenta una quistione importantissima che mèrita di èssere studiata sotto tutti gli aspetti allo scopo di trovare qualche temperamento che concilii la carità verso i privati colle esigenze della pùbblica salute.

Ma lasciamo questo luttuoso argomento, e, poichè abbiamo accompagnato gli èsseri viventi dalla loro nàscita fino alla morte, non vogliamo abbandonare i loro cadàveri senza aver detto qualche parola sulla quistione del loro disfacimento.

Articolo XV.

Disfacimento de' corpi morti.

Vario modo di comportarsi dei corpi organizzati dopo la loro morte — Diversità presentate dalle varie parti d'un medèsimo corpo organizzato — Càusa della pronta dissoluzione di certi corpi organizzati — Prove dell'esposta opinione — Condizioni a cui bisogna soddisfare per ottenere la conservazione d'interi cadàveri — Mètodo d'Appert per la conservazione delle sostanze commestibili — Mètodo di Boucherie per la conservazione delle sostanze vegetàbili — Varj mètodi comunemente praticati per la conservazione delle sostanze animali — Difficoltà di mantener forme e colori alle sostanze animali conservate con mezzi artificiali — Considerazioni circa il modo di riuscire a conservar forme e colori — Tentativi praticati per raggiùngere questo scopo — Tempo smisurato richiesto al disfacimento delle montagne — Modificazioni che lo sparir delle montagne apporterebbe alla vita dei vegetàbili e degli animali — Probabilità che gli organismi vegetàbili ed animali dèbbano subire profonde modificazioni assài prima che le montagne spariscano dalla terra — I naturalisti propèndono per l'opinione che dèbbano uscire dalla terra nuove catene di monti — Discussione di tale opinione — Congetture sull'avvenire riserbato alle specie viventi — I vulcani ci prèstano un mezzo di verificazione della teoria che li risguarda, il quale non ci poteva èssere offerto dalle montagne.

664. È molto vario il modo di comportarsi dei corpi organizzati dopo che la vita prese da loro congedo. Alcuni, consumati da forze interiori, rapidamente si disfanno; altri invece danno prova di una grande stabilità, e non cèdono che lentissimamente all'azione distruggitrice di forze esteriori. Abbiamo già fatto notare che le montagne ci presentàrono entrambi gli esempj, cosicchè mentre d'alcune non resta quasi vestigio, altre resistono pressochè inalterate all'azione dei sècoli.

665. Se ci facciamo ad esaminare la quistione nei vegetàbili e negli animali troviamo che quelle parti si

consùmano più rapidamente nelle quali durante la vita più energicamente esercitàvasi la forza di rinnovazione. Invece le parti ove questa forza esercitàvasi più debolmente sono quelle che si consèrvano con maggior facilità e per un tempo più considerèvole. Così vediamo negli animali dimostrare assài poca alterazione le ossa ed i peli, quando tutte le altre parti sono già consumate; e nei vegetàbili il tronco e tutte le parti diventate legnose resistere assài più a lungo che non le parti erbacee ove la materia durante la vita è manifestamente agitata da continui movimenti. Vèdesi pertanto che i corpi morti vanno disfacèndosi in virtù di cagioni che consèrvano qualche legame con quelle che un tempo li facèvano vivere; cosicchè la forza di distruzione resta inoculata nei cadàveri, in certo qual modo, come una continuazione delle forze che un tempo lavoràvano a conservare l'integrità dei corpi vivi, e si può dire che la dispersione delle molècole dopo la morte è quasi una reminiscenza della loro attività durante lo stato di vita.

666. Infatti il germe della distruzione di questi corpi è collocato in un residuo di vitalità che mèttesi disordinatamente in azione, e pròvoca espansione di materie che abbisògnano di potersi dispèrdere, e che, trovando chiusa ogni via per uscire, si accùmulano dentro i tessuti, quivi si àlterano, e nella fermentazione che subiscono, tràggono a dissòlversi anche i tessuti entro cui rèstano imprigionate.

667. A dimostrarci che le cose procèdono in questo modo vi è abbondanza di fatti.

Se le materie che per le prime si espàndono tròvano facilità di dispèrdersi, noi vediamo i tessuti più facilmente alteràbili essiccarsi completamente, e spontaneamente conservarsi per un tempo lunghissimo. Ecco la ragione per la quale un piccolo mùscolo, ànzi un tessuto animale qualunque, purchè ridotto a poco volume, esposto all'aria, non subisce la putrefazione, ma indurisce essiccando, e si conserva. Questa spontanea conservazione nelle circostanze ordinarie non si può più ottenere allorchè si tratta di masse considerèvoli delle medèsime sostanze. Però si può conseguirla anche sovra masse non insignificanti promovendo attraverso ad esse, mediante l'applicazione di un sufficiente calore, la dispersione di quelle prime materie espansìbili che, come abbiam visto, sèrvono di fòmite all'alterazione di tutte le altre materie con cui tròvansi in contatto. Perciò, a cagion d'esempio, vèggonsi nelle sabbie cocenti dei deserti africani essiccarsi completamente interi cadàveri, e convertirsi in mummie leggerìssime ove i tessuti non vanno più soggetti alla putrefazione, e pòssono conservarsi per un tempo smisurato. Questo fenòmeno della mummificazione spontanea d'interi cadàveri si è presentato qualche volta anche nei nostri paesi, a ciò per altro concorrendo alcune circostanze speciali destinate a facilitarne assài la produzione. Esempj di conservazione spontanea ci vènnero spesso offerti da individui morti ad età avanzatissima per tabe senile: in questi, essendo pressochè consunta ogni vitalità, è molto indebolita la cagione fondamentale che produce il primo fòmite della putrefazione. Per tali

vecchi, fatti quasi coriacei, si può ben dire che il disseccamento e la mummificazione hanno cominciato a effettuarsi prima ancor della morte.

668. In generale però ad ottenere la conservazione d'un intero cadàvere bisogna con mezzi artificiali distrùggere quella forza che ne promove il disfacimento, e che, come abbiam visto, si può quasi considerare come un ùltimo residuo di attività vitale. Ora ad imbrigliarla completamente, o a paralizzarne gli effetti, giova un freddo sufficiente a convertire in ghiaccio tutti gli umori; chè, trovàndosi la materia tutta solidificata, le molècole pèrdono ogni mobilità, e, per la stabilità che acquistano, rèstano dove sono e quali sono, senza alterazione. I cadàveri dei Mammout estratti in uno stato di perfetta conservazione dai ghiacci del Wiloui o del Lena, i quali, pel freddo cui èrano esposti, duràrono sècoli senza nùmero, e poi si consumàrono a guisa di cadàveri recenti tosto che vènnero tolti dal ghiaccio, ci forniscono una prova di fatto assài concludente che, quando una cosa non va soggetta a mutazione, il tempo rispetto ad essa è come se non esistesse. Si approfitta continuamente anche nei nostri paesi di quest'azione conservatrice del freddo, se non per impedire, almeno per ritardare che la putrefazione porti i suoi guasti nelle carni commestibili.

669. Si ricorre sovente a molti altri mezzi più o meno efficaci per impedire che la forza distruggitrice de' tessuti orgànici si svegli, e produca i suoi effetti. Il mètodo trovato da Appert che consiste nel suggellare in una scàtola vuota d'aria le materie che si vògliono conservare,

assoggettàndole nel tempo istesso per qualche istante alla temperatura dell'acqua bollente, ha prodotto òttimi risultati.

670. Le sostanze vegetàbili, anche le più fàcili ad alterarsi, resìstono per lunghissimo tempo quando siano imbevute di soluzioni saline col mètodo insegnato da Boucherie.

671. Per le sostanze animali si trovàrono assài efficaci le injezioni di diversi liquidi nell'interno dei vasi sanguigni.

L'affumicazione e la salagione sono pure due mezzi a cui spesso si ricorre per la conservazione delle carni commestibili.

Poi sono in uso con felice successo le immersioni entro liquidi particolari che hanno la proprietà di penetrare nell'interno de' tessuti, di combinarsi alle molècole orgàniche, e trasformarle in nuove molècole dotate di assài maggiore stabilità. Lo spirito di vino gode di questa proprietà in un grado eminente. Le uova sommerse nell'acqua di calce consèrvano per lunghissimo tempo una freschezza veramente miràbile.

672. In tanta varietà ed abbondanza di mezzi per ottenere la conservazione della materia organizzata alcuno non se ne conosceva col quale si arrivasse insieme colla materia a conservare le varie proprietà che la caratterizzano. Era di grande interesse trovar maniera di conservare forme e colori, ma ne' tentativi praticati per risòlvere questo problema s'incontràrono per lungo tempo tali difficoltà da farci quasi dubitare della sua possibilità.

673. È chiaro che per la conservazione delle forme bisogna poter agire con qualche mezzo chimico sulle molècole orgàniche, ed ammorzare in esse, senza spostarle, ogni residuo di vitalità; perchè allora, ridotte allo stato di molècole inorgàniche, non v'è più ragione onde àbbiano ad èssere meno stàbili di queste, e però non debba la loro conservazione di tanto prolungarsi come di quest'ùltime avviene. Ad accrèscere la solidità e la stabilità del pezzo preparato deve èssere molto conveniente il circondare ogni molècola con materie minerali che le sèrvano di difesa e di sostegno. Ma, riuscendo ben anche in questa difficile operazione sarà egli possibile che i colori delle materie orgàniche così varii e si fugaci non vèngano interamente alterati?

674. I successi ottenuti dal nostro Giròlamo Segato, il quale riuscì a conferire alle sostanze animali consistenza lapidea, destàrono per tutta Italia un vivo entusiasmo. Sgraziatamente il suo segreto, non confidato ad alcuno, non consegnato ad alcuna memoria, andò perduto senza speranza. Dopo di lui molti si accinsero a ritentar la stessa via, ed arricchirono la scienza d'interessanti ritrovati. Fra loro sono specialmente a menzionarsi il Comi di Roma e il Messedaglio di Legnago. Io pure mi occupài per varj anni di ricerche relative al modo di conservare le sostanze animali senza alterarle nelle loro proprietà più apparisccenti, e certo non ebbi a lagnarmi d'aver gittate infruttuosamente le mie fatiche in un campo infecondo. Fin dal 1844 (28 Settembre) una commissione dell' istituto di Milano composta dei

professori Balsamo-Crivelli, De Kramer e Panizza prese conoscenza de' miei preparati, e segnò con un suggello i 15 pezzi che le fùrono da me presentati. Tali pezzi, e insieme con loro tutti quelli della mia collezione che sòmmano quasi ad un migliajo, sebbene non difesi in alcun modo dall'aria o dall'umidità, dalla pòlvere o dagli insetti, si conservàrono perfettamente, e in tutto il tempo trascorso non subìrono la più leggiera alterazione. Chi volesse procurarsi qualche notizia sui risultati da me ottenuti potrà ricòrrere a qualcuno degli scritti di cui porgo in nota l'elenco (89)

(89) Elenco degli scritti risguardanti i risultati da me ottenuti nella conservazione delle sostanze animali.

1. *Gazzetta di Lodi e Crema*, 19 Luglio 1845. Appendice.
2. *Gazzetta di Milano*, 1 Agosto 1845, n.° 213. Appendice.
3. *Cosmorama pittòrico*, 2 Agosto 1845, n.° 31.
4. *Gazzetta mèdica di Milano*, 9 Agosto 1845, T. IV, n.° 32.
5. *Rivista Europèa*, Luglio 1845, n.° 7.
6. *Gazzetta mèdica di Milano*, T. V, 1846. n.° 41.
7. *Abeille médicale*, Décembre 1846.
8. *Union médicale*, 19 Janvier 1847.
9. *L'Hermine*, 1 Mars 1847. Feuilleton.
10. *Gazette des hopitaux*, 18 et 25 Mars 1847, pag. 134 et 137.
11. *Bullettin de l'Académie de Médecine*. Séances du 16 et 23 Mars 1847.
12. *Gazette médicale de Paris*, n.° 13, 27 Mars 1847, pag. 241.
13. *Annali universali di medicina dell'Omodèi*, Vol. 124, Novembre 1847, pag. 446.
14. *Sovra alcune divulgatissime mummificazioni*, ec. Memoria di Cèsare Vignati. Lodi, Tipografia Wilmant, 1847.
15. *Journal des connaissances médicales*, etc., 2.me série, T. II, n.° 7, Avril 1849, pag. 299.
16. *Annali di chimica applicata alla medicina*, Febbrajo 1848.
17. *Revue scientifique et industrielle sous la direction du D.r Quesneville* 3.me série, T. I, n.° 349, pag. 169.
18. *Annali di Chimica del D.r Polli*, Marzo 1850, pag. 180.

675. Del resto abbiam già fatto osservare che non tutte le reliquie degli èsseri viventi sono destinate a prontamente disfarsi per forze che in esse medèsime risièdono; e che invece molte ve ne sono che resistono alla dissoluzione per lunghissimo tempo, e non cèdono alla fine se non che per la continuata azione distruggitrice di forze che hanno sede fuori di loro.

L'esempio più insigne di conservazione diuturna ci vien presentato dai colossali cadàveri delle montagne attuali. In esse sia per la smisurata loro mole, sia perchè le molècole acquistàrono un grado di stabilità non dissimile, fors'anco superiore, a quello delle molècole appartenenti ai sòlidi inorgànici, il disfacimento procede lentissimo. Però non dèvesi crèdere che anch'esse, come le reliquie d'ogni corpo ch'ebbe vita, non dèbbano alla fine pèrdere le proprie forme, e consumarsi; mentre essèndovi molti processi naturali che incessantemente fanno a loro la guerra, senza che uno solo si trovi valèvole a protèggerle contro le forze distruggitrici, od a porre un àrgine alle loro azioni, non vi può èssere dubbio che la loro completa dissoluzione non debba col tempo effettuarsi. Certo che il tempo sarà smisurato, ma ciò non è un'obbiezione contro la nostra opinione. Il tempo è senza limiti: i sècoli pòssono èssere istanti rispetto alla durata delle montagne, ma le montagne non dureranno forse che un istante rispetto alla durata dei sistemi planetarii, e i sistemi planetarii non avranno che una durata effìmera rispetto ad altri fenòmeni dei quali colla nostra mente limitata non possiamo formarci alcuna idèa.

676. Ma quando le montagne della terra fòssero scomparse dalla sua superficie, e questa si fosse dovunque foggiata ad un medèsimo livello, i fiumi sarèbbero tutti inariditi, e le acque cesserèbbero dal circolare. Ora la vita vegetàbile ed animale, nello stato in cui attualmente sussiste, è necessariamente legata alla circolazione delle acque. Se questa cessasse d'aver luogo, la gran maggioranza degli attuali viventi si spegnerebbe all'istante. Con tutto ciò non è a crèdersi che la nostra terra, dopo èssere stata il convegno di tante meravigliose generazioni d'èsseri vivi, dovesse allora convertirsi in un muto deserto. Le risorse della natura sono inesauribili, ed è certo che gli organismi andrèbbero modificàndosi per accomodarsi alle nuove condizioni. Altre generazioni di viventi popolàvano un tempo la terra, altre generazioni la popoleranno quando degli uòmini, degli animali, dei vegetàbili attuali sarà sparito ogni vestigio.

677. Ma chi vorrà crèdere che l'andamento delle cose sulla nostra terra abbia a procèdere così lungamente inalterato che lo spegnimento finale degli attuali viventi non debba accàdere che pel ristagno delle acque in conseguenza della distruzione delle montagne? Non cova forse nell'interno del nostro pianeta il germe di qualche futura catàstrofe? Mentre da un lato le montagne vanno, lentamente ma senza posa, irresistibilmente consumàndosi, non si rianimeranno nel seno della terra, a riprodurne di nuove, quelle stesse forze a cui le montagne attuali dovèttero l'origine loro?

678. Molti insigni naturalisti fra i quali il sommo Humboldt inclinano verso questa opinione; però l'argomento principale a cui si appòggiano non isfugge ad ogni possibilità di obbiezioni. Ecco in qual modo esprimesi Humboldt a questo pròposito nel primo volume del *Cosmos* a *pag.* 252.

« Nulla ci garantisce che le potenze plutòniche non » dèbbano aggiùngere nel corso dei sècoli venturi, nuovi » sistemi di montagne a quelli ch' esse già prodùssero, » e di cui Elia di Beaumont seppe così bene determinare » le età relative. Qual càusa infatti avrebbe potuto far » pèrdere alla corteccia terrestre la facoltà di corrugarsi » sotto l' influenza delle azioni sotterranee. Allorchè si » vèdono nelle Alpi e nelle Ande, sistemi assài recenti, » dei colossi come il Monte Bianco e il Monte Rosa, come » il Sorata, l'Illimani e il Chimboraco, ne sarà egli per- » messo di ammèttere che le potenze sotterranee le quali » sollevàrono tali colossi àbbiano seguito un periodo de- » crescente? ch'esse fòssero pròssime ad esaurirsi? Tutti » i fenòmeni geognòstici rivèlano alternative periòdiche » di attività e di riposo. Il riposo di cui noi godiamo » non è che apparente. I terremoti che scuòtono indif- » ferentemente ogni gènere di terreno, sotto tutte le » zone; la Svezia che va incessantemente sollevàndosi, » l'apparizione repentina di nuove ìsole di eruzione non » pròvano per certo che l'interno del nostro pianeta sia » pervenuto ad uno stato di riposo definitivo ».

679. Queste considerazioni sarèbbero tali da indurre una persuasione quasi completa se non potèssimo ad esse

contrapporre l'òrdine col quale si svilupparono, e si compirono i diversi membri di una catena di montagne; òrdine che deve aver presieduto ben anche alla formazione e allo sviluppo delle diverse catene di monti.

È noto pei nostri esperimenti, confermati altresì dalla disposizione delle cime vulcàniche non ancora compiute di alcune catene di monti, che allorquando la materia d'una catena svòlgesi dal plutonio, e che i diversi individui che la compòngono cominciano a separarsi, le più piccole prominenze raggiùngono assài presto il loro pieno sviluppo, e si chiùdono; mentre di mano in mano quelle di grandezza maggiore stanno aperte un tempo proporzionatamente più grande, cosicchè le ùltime a chiùdersi sono quelle che raggiùngono la màssima altezza.

Ora se noi prendiamo a considerare isolatamente la forza impiegata a produrre successivamente quelle diverse montagne dalle più piccole alle più grandi, siamo tratti ad asserire ch'essa ha seguito un periodo ascendente; pure dopo ch'essa ha spiegato la sua màssima energìa nel condurre a compimento le montagne più colossali cessa repentinamente dall'operare, e non va spegnèndosi a poco a poco producendo in un periodo discendente una nuova serie di montagne successivamente decrescenti, cosicchè le più piccole siano le ùltime, e corrispòndano ai dèboli sforzi d'una potenza pròssima ad esaurirsi.

Applicando lo stesso ragionamento alle diverse catene di monti le quali è probabile si siano succedute fra loro nel modo istesso col quale notammo dovèttero

succèdersi le diverse montagne di una singola catena, ne seguirebbe che le catene di monti costituite dalle masse più enormi, e contenenti le montagne più colossali, dovrèbbero effettivamente èssere le più recenti, senza per altro che ciò includesse la necessità di altre future catene ove le masse e le altezze andàssero successivamente diventando minori. Epperò se nuove catene dovèssero sòrgere dal seno della terra, ciò che non ci sembra probàbile ma che pure non si può dimostrare impossìbile, dovrèbbero presentare forme più grandiose, e contenere montagne più gigantesche di tutte quelle che esìstono fino al presente.

D'altronde nè i terremoti, dei quali abbiam già fatto un cenno (*n.*° 283, *pag.* 168), e di cui più tardi ci occuperemo estesamente, nè la sollevazione della Svezia, nè la formazione di qualche nuova ìsola sono fenòmeni che ci autorizzano a presagire la formazione di nuove catene di monti.

680. Una sìmile apparizione sarebbe catàstrofe tale che potrebbe trascinare a irreparàbile rovina tutto ciò che ora vive sulla superficie della terra. Parrebbe anzi che le notàbili alterazioni subite a diverse riprese dalla fàuna e flora terrestre deì tempi trascorsi fòssero in stretta dipendenza coll'apparizione sulla superficie della terra di nuove catene di monti.

Se ciò fosse pienamente dimostrato, bisognerebbe conclùdere che quello stesso fenòmeno, il quale portava lo sterminio in tutto ciò che esisteva, conteneva in sè medèsimo il germe di un mondo intero di nuove esistenze.

681. Sia dunque che le specie attuali vèngano esterminate per qualche violento cataclisma, o dèbbano perire d'inanizione pel loro naturale decadimento, ovvero pel lento mutarsi di quelle condizioni che sono indispensàbili al giuoco regolare degli ordigni che costituiscono il loro organismo; egli è fuori di dubbio che altre generazioni di viventi a loro succederanno, e ringiovaniranno l'aspetto dell'antica madre dal cui grembo sempre fecondo trarranno l'origine.

E come nella formazione delle successive montagne segue la natura una gradazione ascendente, così potrebbe èssere ben anche relativamente a tutte le nuove classi di produzioni viventi. Ma queste congetture circa le vicende che sulla nostra terra sono riserbate agli èsseri viventi appariscono avvolte di troppa incertezza ed oscurità perchè la mente umana possa sovra alcuna di esse solidamente fermarsi. Infinite cose si potrèbbero immaginare ugualmente incapaci di dimostrazione e di confutazione. Questa sarà ancora per lungo tempo materia da romanzi piuttosto che da scienza. Perciò troncheremo il nostro discorso, e non lo riprenderemo che per rientrare in argomento veramente scientifico qual'è lo studio de' fenòmeni vulcànici.

682. Delle montagne, le quali formàrono il soggetto di questa prima parte dell'òpera da noi promessa, più non esistono sulla terra fuorchè le spente reliquie. Ad analizzare i fenòmeni ch'esse dovèttero presentare durante il periodo del loro sviluppo dovemmo interamente riportarci ai fatti che ci vènnero offerti dalle nostre

piccole montagne artificiali. Nella seconda parte ci occuperemo dei vulcani l'attività de' quali è ancora persistente: quindi se a bene analizzare tutti i fenòmeni ci sarà pur d'uopo il ricòrrere spesso ai nostri piccoli vulcani artificiali, essèndoci possibile ad ogni istante il confrontar questi con quelli, siamo in possesso d'un potente mezzo di verificazione che nelle montagne mancàvaci quasi interamente. In conseguenza di ciò abbiamo la speranza che la teoria dei vulcani, quanto alla solidità delle dimostrazioni fondamentali, non debba èssere considerata inferiore a quella delle montagne.

